

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ ОБЛАСТНОЙ ИНСТИТУТ РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ»
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
«ЭНГЕЛЬССКИЙ ПРОМЫШЛЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»

С.В. Домникова, М.А. Кукушкин, А.С. Домников,
В.В. Феллер, З.П. Матвеева,

ФОРМИРОВАНИЕ 3D-МЫШЛЕНИЯ
НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Учебно-методическое пособие

САРАТОВ
2018

УДК 371
ББК 74.04
Ф79

Авторы:

С.В. Домникова, ст. преподаватель
кафедры теории и методики обучения и воспитания ГАУ ДПО «СОИРО»
М.А. Кукушкин, директор ГАПОУ СО «ЭПЭТ», канд. филос. наук
А.С. Домников, заведующий научной лабораторией ГАПОУ СО «ЭПЭТ»
В.В. Феллер, заведующий производственной практикой
ГАПОУ СО «ЭПЭТ», канд. филос. наук
З.П. Матвеева, педагог-психолог ГАПОУ СО «ЭПЭТ»

*Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом
ГАУ ДПО «СОИРО»*

Формирование 3D-мышления на различных этапах образовательной деятельности : учебно-методическое пособие / С.В. Домникова, М.А. Кукушкин, А.С. Домников, В.В. Феллер, З.П. Матвеева. – Саратов : ГАУ ДПО «СОИРО», 2018. – 56 с.
ISBN 978-5-9980-0400-1

Пособие посвящено актуальной проблеме современного образования: формированию 3D-мышления на различных этапах образовательной деятельности.

Материалы издания включают разделы, раскрывающие особенности формирования 3D-мышления в дошкольном образовательном учреждении, в школе и профессиональном образовательном учреждении.

Пособие адресовано педагогическим работникам детских садов, общеобразовательных учреждений, учреждений СПО и учреждений дополнительного образования.

УДК 371
ББК 74.04

ISBN 978-5-9980-0400-1

© Министерство образования Саратовской области, 2018
© ГАУ ДПО «СОИРО», 2018
© ГАПОУ СО «ЭПЭТ», 2018

ВВЕДЕНИЕ

Тенденции развития образования в XXI веке указывают на все более возрастающую роль технологий в образовательном процессе. Компьютеризация учебных заведений практически завершена, трудно представить себе современные школы, учреждения СПО, вузы, не оборудованные компьютерными классами, интерактивными досками, проекторами. Однако прогресс не стоит на месте, и то, что вчера казалось нам будущим, сегодня стало настоящим, а будущее бросает нам новые вызовы, на которые система образования должна уметь дать свой ответ.

Одним из таких вызовов является четвертая промышленная революция. По мнению известного немецкого экономиста Клауса Мартина Шваба (активно занимающегося изучением четвертой промышленной революции), существует четыре основных физических проявления преобладающих технологических мегатрендов, которые являются очевидными благодаря своей материальности¹.

- беспилотные транспортные средства;
- 3D-печать;
- передовая робототехника;
- новые материалы.

В данном пособии нас интересует в первую очередь 3D-печать, а именно потенциал 3D-печати как основы формирования нового типа мышления (3D-мышления), а также использование возможностей 3D-печати в образовательном процессе.

В сентябре 2017 года, в Ярославле, на форуме «Проектория» Президент России Владимир Путин выступил с открытым уроком «Россия, устремленная в будущее». В своем выступлении Президент отметил: «Жизнь – она, как говорят, сложна и многообразна. Сложна с точки зрения конкуренции. Конкуренция всегда очень сильная и мощная, но сегодня посмотрите, как активно развивается мир»².

¹ Шваб К. Четвертая промышленная революция. М.: «Эксмо», 2016 (Top Business Awards).

² Не всякий народ пройдет такое испытание временем [Электронный ресурс]. <https://www.gazeta.ru/social/2017/08/31/10868054.shtml>.

На наш взгляд, развитие 3D-образования – это именно тот технологичный ответ, который Россия может дать миру в условиях конкурентной борьбы в современном мире. В связи с этим данное пособие является весьма актуальным.

Основной упор при написании представленного материала делался на работу с 3D-принтерами, поскольку в ресурсном центре 3D-образования Саратовской области на базе ГАПОУ СО «ЭПЭТ» наиболее проработано именно это направление, у нас накопилось достаточно опыта в этом вопросе, которым мы хотим поделиться.

В представленной работе планируется осветить следующие вопросы, связанные с 3D-образованием:

1. Концепция развития 3D-мышления. В данном разделе осуществлена попытка осознания роли 3D-мышления в современном образовании, проанализированы его истоки, пути развития, а также важность мышления, построенного на 3D-технологиях, в современном мире.

2. Диагностика склонности к 3D-мышлению у детей. Хотя мы и считаем, что в скором будущем 3D-мышление будет развиваться повсеместно, на первых этапах важно определить наиболее способных учеников, в обучении которых технологии 3D-образования принесут яркий положительный эффект.

3. Формирование 3D-мышления на дошкольном уровне. Как понятно из названия, раздел посвящен начальному этапу ознакомления ребенка с 3D-технологиями. Наиболее приемлемым инструментом первичного знакомства ребенка с новой технологией мы считаем 3D-ручку, и раздел в большей степени посвящен методикам использования 3D-ручек на начальных этапах образования.

4. Формирование 3D-мышления на общеобразовательном уровне. Четвертая часть данного пособия посвящена внедрению 3D-технологий в общеобразовательный процесс. В разделе показана методика работы с 3D-принтером в ходе изучения школьных предметов как естественно-научного, так и гуманитарного циклов.

5. Формирование 3D-мышления в учреждениях СПО. Отличие среднего профессионального образования от общего во многом состоит в прямом контакте с производством, следовательно в данном разделе мы постараемся продемонстрировать методики использования 3D-принтеров в рамках профессиональных дисциплин, а также способы демонстрации их возможностей на самом производстве.

НОРМАТИВНО-ПРАВОВАЯ БАЗА

Указ Президента РФ N 204 от 7 мая 2018 года «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».

Федеральные проекты: «Цифровая образовательная среда», «Современная школа», «Успех каждого ребенка» приоритетного национального проекта «Образование» государственной программы «Развитие образования» (протокол заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам от 3 сентября 2018 г. N 10).

Постановление Правительства Российской Федерации от 26 декабря 2017 г. N 1642. «Об утверждении государственной программы Российской Федерации „Развитие образования“».

Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 мая 2015 г. N 996-р.

Методические рекомендации по реализации адаптированных дополнительных общеобразовательных программ, способствующих социально-психологической реабилитации, профессиональному самоопределению детей с ограниченными возможностями здоровья, включая детей-инвалидов, с учетом их особых образовательных потребностей (письмо Министерства образования и науки Российской Федерации «О направлении методических рекомендаций» от 20 марта 2016 года N ВК-641/09).

Письмо Департамента дополнительного образования детей, воспитания и молодежной политики Министерства образования и науки Российской Федерации «О методических рекомендациях по организации отдыха и оздоровления детей (в части создания авторских программ работы педагогических кадров)» от 26.10.2012 N 09-260.

Закон Российской Федерации от 29.12.2012 N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», ст. 8 ч. 10, ст. 14. Язык образования, ст. 18 Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы, ст. 28 Компетенция, права, обязанности и ответственность образовательной организации, п.п. 2.9.

Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 05.09.2013 N 1047 «Об утверждении порядка формирования федерального перечня учебников, рекомендуемых к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования».

Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 31.03.2014 N 253 «Об утверждении федерального перечня учебников, рекомендуемых к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования».

Письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 29.04.2014 N 08-548 «О федеральном перечне учебников».

Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 8 июня 2015 г. N 576 «О внесении изменений в федеральный перечень учебников, рекомендуемых к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 31 марта 2014 г. N 253».

КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ 3D-МЫШЛЕНИЯ

(общий взгляд на проблему и возможные пути ее решения)

1. Компоненты пространственного мышления и воображения.

Модели мышления

1.1. Компоненты пространственного воображения

Содержательные компоненты мышления. Человек познает объективный мир как через органы чувств, так и логическим путем. Знания, полученные в результате чувственного познания, существуют в сознании человека как образы тех явлений, которые воспринимает человек. Знания существуют в виде понятий.

Отличительными особенностями понятия от представления является то, что представление всегда есть образ, а понятие – это мысль, выраженная в слове; представление включает и существенные и несущественные признаки, в понятии сохраняются лишь существенные признаки.

Понятие является и более обобщенным отражением, поскольку включает в себя общие признаки не случайных, отдельных предметов, а то, что является общим для всех предметов данного класса.

Операционные компоненты мышления. Операционными компонентами мышления является система мыслительных операций:

- анализ – разделение целого на части, выделение отдельных признаков, сторон целого;
- синтез – объединение отдельных элементов, которые выделены в результате анализа;
- сравнение – установление сходства и различия отдельных объектов;
- абстрагирование – выделение одних признаков и отвлечение от других;
- обобщение – объединение предметов или явлений по их существенным признакам и свойствам;
- классификация – разделение и последующее объединение объектов по каким-либо основаниям;
- систематизация – разделение и последующее объединение, но не отдельных объектов, как это происходит при классификации, а их групп, классов.

В чем же особенность именно 3D-мышления? Основной его особенностью будет являться всеобъемлющий характер. Человек, обладающий 3D-мышлением, способен воспринимать весь мир как единое целое. Для него все компоненты мышления неотъемлемы друг от друга.

Одной из главных отличительных черт 3D-мышления является развитое пространственное воображение.

Пространственное воображение является основой не только технического, но и художественного мышления. Будучи основой ассоциативной логики, оно тесно связано с бессознательным (интуитивным) мышлением (пониманием), на которое, согласно Зигмунду Фрейду и Мартину Хайдеггеру, приходится до 90 % всей мыслительной деятельности человека. Оно является основой «сравнительного метода» и востребовано в решении наиболее важных и сложных задач, перед которыми чисто логический подход обычно «пасует».

1.2. Компоненты пространственного мышления

Пространственное мышление (как и мышление абстрактно-логическое) включает в себя:

- анализ,
- синтез,
- сравнение,
- обобщение,
- абстрагирование,
- конкретизацию,
- классификацию,
- систематизацию.

Пространственное мышление определяют как разновидность образного мышления и обычно отделяют от вербального и даже противопоставляют ему.

Например, согласно одной рекомендации, развитие образного мышления требует отключения вербального мышления, т.е. специалистами дается совет смотреть на предмет или представлять предмет, но не описывать его словами. При этом нельзя силой воли заставлять образ становиться более ясным, но следует без напряжения пройти по его признакам, визуализируя последовательно: форму, текстуру, размер, цвет.

1.3. Модель как «сильная форма» пространственного мышления

Сравнивая наглядную (представление) или схематическую модель (символ) и словесное понятие, Ю.Р. Валькман и Л.Р. Исмагилова пишут о том, что более сильная форма существования мысли – это не понятие, а модель. Модель, как и понятие, отражает стороны или свойства реальных процессов и объектов. Но она показывает и их различные отношения с по-

движным образом и меняющимся объектом. Человек постоянно сравнивает генерируемые им модели с объективной реальностью.

Вышеназванные авторы отмечают, что образы восприятия более объективны, чем образы воображения. По нашему мнению, это приводит к тому, что формируется своего рода «азбука» пространственного мышления, состоящая из наиболее значимых геометрических и схематических моделей. Геометрические модели такого рода можно назвать опорными графическими конструкциями. Именно они активизируют невербальную компоненту мышления, позволяют увидеть «знакомые» пространственные отношения между геометрическими объектами в случаях, когда их расположение на чертеже или иное графическое изображение непривычно и ново.

1.4. Две ключевые модели «чистого пространства»

Самые важные из опорных графических конструкций вообще определяют сам способ видеть мир. Например, пытаясь помыслить «чистое пространство», мы представляем модель трехмерного куба или шара (и это разные модели, в конечном счете ведущие к разным картинам мира, евклидовому и неевклидовому пространствам).

Когда же нам надо помыслить пространственно-временную Вселенную, мы также обращаемся к наглядному образу шара, но мыслим его в отношении к кругу или к поверхности шара (сфере), подразумевая под последними наше трехмерное пространство, а под самым шаром – пространственно-временное «тело» Вселенной. Мы как бы «подаем» трехмерное представление (модель) нашему взгляду, замещая им реальный четырехмерный объект (Вселенную), и работаем с этим представлением как объектом, ставшим предметом, то есть объектом, приспособленным к возможностям нашего видения.

Именно эту операцию Готфрид Лейбниц, а за ним и Мартин Хайдеггер называли «возмещением основания» и определяли как сущность закона достаточного основания³.

2. Основные проблемы развития пространственного мышления и воображения

2.1. Когнитивная проблематика

Стереометрия, по мнению специалистов, является областью школьной математики, вызывающей у учеников наибольшие проблемы.

В онтогенезе ребенка пространственное мышление проходит три важных этапа:

³ См.: Бирюков Б.В., Ивин А.А. Закон достаточного основания. Гуманитарная энциклопедия [Электронный ресурс] // Центр гуманитарных технологий, 2002–2018 (последняя редакция: 25.08.2018). URL: <https://gtmarket.ru/concepts/6975>.

1. Детский этап неосознанной причастности окружающему миру.
2. Подростковый период «наивного прагматизма» и фрагментаризации пространственного мышления (наступает «аналитическая стадия восприятия знаний»). При этом традиционная практика образования только усиливает фрагментарность мышления, так как каждый из основных учебных предметов имеет свой образный и понятийный язык, а учителя-предметники не озабочены метапредметными практиками «перевода».

3. Юношеский этап (с 9–11 классов) осознанной причастности мирозданию как целому на основе научной картины мира (НКМ). Но очень часто этот этап так и не наступает, и развитие человека, вплоть до зрелости и старости, задерживается на втором шаге⁴.

Петр Яковлевич Гальперин предлагает иную классификацию трех периодов онтогенеза:

- сначала развиваются топологические представления;
- затем – проективные представления;
- наконец – метрические представления⁵.

Этот автор пишет, что школа развивает прежде всего метрические представления и отчасти «гасит» естественно возникающие топологические и проективные представления.

Ю.Р. Валькман и Л.Р. Исмаилова в своей статье «О языке образного мышления» обращают внимание на то, что с 6 до 12 лет представления человека проходят следующие этапы развития:

1. Создания пространственных образов.
2. Формирования первоначальных геометрических представлений с образным и логическим компонентами⁶.

Но, по их наблюдениям, данное развитие не получает поддержки со стороны геометрии как предмета, обучение которой начинается с 7 класса. В целом же до 10 класса обучающиеся привыкают «ограничиваться плоскостью» (проекцией тел), поэтому в 10–11 классах это мешает им создавать в уме пространственные образы многогранников, тел вращения и иных достаточно сложных трехмерных фигур.

Выводы:

1 Традиционное обучение не в полной мере способствует развитию пространственного мышления, представления и воображения; затрудняет перекодирование плоских изображений и схем в пространственные образы и наоборот – трехмерных изображений в двухмерные.

⁴ Выготский Л.С. Мышление и речь. Хрестоматия по общей психологии. Психология мышления. М., 1981. С. 153.

⁵ Гальперин П.Я. Психология мышления и учение о поэтапном формировании умственных действий // Исследования мышления в советской психологии. М., 1966.

⁶ Валькман Ю.Р., Исмаилова Л.Р. О языке образного мышления // Диалог: сб. материалов международной конференции. М., 2004.

2. Традиционное обучение зачастую «идет против природы» и противодействует естественному развитию мышления и воображения в онтогенезе.

3. Наконец, по мнению ряда авторов, существующая практика обучения способствует закреплению «подросткового», «фрагментарного» пространственного мышления, что, по их мнению, ведет к дефектам личностного развития, то есть к дисгармонии личности, к необоснованным притязаниям человека на особую значимость и к конфликтности в общении.

2.2. Социально-экономическая проблематика

Очевидны следующие дефициты и диспропорции в кадровой сфере:

– кадровый дефицит инженеров и конструкторов на предприятиях России насчитывает сейчас десятки тысяч человек;

– усиливается дефицит техников и высококвалифицированных рабочих, связанный, в том числе с общей демографической проблемой страны;

– продолжается старение кадров как научных и инженерно-технических, так и высококвалифицированных рабочих; люди, окончившие вузы и ссузы в конце советской эпохи (1980-е годы), сейчас находятся у порога или уже за порогом пенсионного возраста;

– требуется кардинальное улучшение качества подготовки инженеров и рабочих в системах ВПО и СПО, преодоление «разболтанности» и «заболтанности» в образовательной сфере как результатов реформ и псевдо-реформ постсоветского времени.

Указанные дефициты становятся прямыми угрозами и зонами стратегической уязвимости страны в условиях геополитического противостояния и идущих уже полным ходом торговых, финансовых и информационных войн.

Необходимо выйти на устойчивый вектор развития, завоевать прочные позиции в ряде высокотехнологичных секторов мировой экономики. В 2020-е гг. Россия должна реализовать свой транзитный потенциал, включая Севморпуть, путь из Китая в Европу, «Южный коридор». Страна должна создать высокоскоростные железнодорожные и автомагистрали, воссоздать гражданское авиастроение, как до этого она реализовала свой энергетический потенциал и воссоздала военную мощь.

В целом же в ближайшее десятилетие необходим прорыв уже не на отдельных направлениях, а комплексный результат, условиями которого должны стать создание институциональной основы для технологической революции и качественное преобразование всех уровней образования, создание системы генерации качественного кадрового потенциала, ведь советское кадровое наследие будет исчерпано.

Вывод: система школьного образования должна одной из своих наиболее важных целей поставить цель приоритетного развития пространствен-

ного и визуального мышления школьника. На этой основе уже в первой половине следующего десятилетия необходимо создать широкую и качественно новую базу для подготовки в вузах и ссузах страны инженеров, конструкторов, архитекторов, проектировщиков, техников, высококвалифицированных рабочих для приоритетных отраслей экономики.

3. Роль геометрии в развитии пространственного мышления школьников

Е.А. Ермак, автор учебного пособия «Развитие пространственного мышления при изучении геометрии», считает, что включение геометрии в школьную программу уже первого класса позволит гармонизировать интеллектуальное и личностное развитие ребенка, поскольку геометрия – это именно та наука, которая идеально сочетает развитие живого пространственного воображения и строгой логики⁷.

В старших классах Е.А. Ермак предлагает изучать не только евклидову, но и неевклидову геометрию, прежде всего геометрию искривленных двумерных пространств, то есть искривляющих плоскость в сферическую поверхность, ведь именно с такими плоскостями имеет дело география, физика и астрономия. На этой основе возможна выработка метапредметных компетенций, дефицит которых в значительной степени является причиной той самой подростковой «фрагментарности» мышления, знания и сознания, о которой говорилось выше.

Обращаясь к важнейшей задаче формирования научной картины мира (НКМ) как объективного естественно-научного ядра внутри субъективного пространственно-временного образа мироздания в сознании старшеклассника и студента, следует, согласно одному из авторов, иметь в виду семь ключевых геометрических представлений современной физики и космологии:

- универсальный принцип симметрии;
- искривленность пространства;
- теснейшую взаимосвязь пространства и времени;
- искривленность времени-пространства в гравитационном поле;
- представление о размерности пространства выше трех;
- представление о «геометрии планковских длин»;
- понимание относительности любой геометрии НКМ и внутренняя принципиальная готовность мыслящего человека к кардинальной смене ее в ходе очередной научной революции, как правило, меняющей саму парадигму нашего мышления о макрокосме и микрокосме, о пространстве и времени, о материи и мышлении.

⁷ Ермак Е.А. Развитие пространственного мышления при изучении геометрии. Учебное пособие. Псков, 2014.

Восьмым пунктом мы бы добавили еще и представление о фрактальном характере геометрии естественно-природных объектов, включая саму нашу Вселенную и самого человека (его историю).

Для младших классов геометрия должна опираться на абсолютно иную методологическую и ресурсную базу (3D-ручки, проекции, программы).

Выводы:

1. Возможно, действительно стоит задуматься над изучением геометрии уже в младших классах общеобразовательной школы, тем более если это изучение будет опираться на применение 3D-технологий: сначала 3D-ручек, а позже программ компьютерного моделирования, 3D-принтеров – и будет включать в себя игровые элементы.

2. Эти программы должны быть сориентированы как на развитие технического, так и художественного воображения (а в целом – метапредметных компетенций) на уроках рисования, природоведения, географии, физики и т.д.

3. При этом большое внимание должно уделяться развитию пространственного мышления, формированию умения переводить плоскостные изображения в объемные и наоборот.

4. В старших классах следует начать выработку представлений о принципах неевклидовой геометрии искривленных плоскостей и объемов.

4. Преимущества, связанные с развитием 3D-технологий и в целом компьютерного моделирования. Возможные издержки и риски

3D-технологии – это технологии, использующие объемные модели. Будь то модели исключительно визуальные (3D-проекции) или же физически осязаемые (3D-макеты, созданные при помощи 3D-принтера).

Освоение 3D-технологий – новый мощный образовательный инструмент, за которым «тянется» вереница необходимых знаний в физике, математике, программировании и др.

Так, например, D-моделирование работает как с проекциями, так и с пространственными образами. Оно позволяет создавать «правильные модели» на основе принципов *параметричности* (построения согласно заданным параметрам) и *ассоциативности* (учитывая взаимное изменение элементов, то есть, изменяя какой-то из элементов, ребенок может увидеть, как изменяются другие элементы модели), что помогает быстро переходить от условно-схематических к наглядным изображениям.

Особое значение имеет перевод изображений на экране компьютера в голографические изображения и реальные конструкции из пластика. При этом ребенок может заранее проработать некую конструкцию, а затем воплотить ее «в металле», то есть выступить в роли скульптора, конструкто-

ра, архитектора реальных предметов и их моделей. Подобный эффект имеет и традиционная лепка из пластилина, но преимущества 3D очевидны.

Дополнительная важная опция компьютерного моделирования: фрактальное моделирование – создание «природоподобных» объектов на основе простых исходных алгоритмов (например, построение деревьев Пифагора на основе «пифагоровых штанов»).

3D-технологии в образовании позволяют разнообразить уроки, сделать образовательный процесс визуально-объемным. Применение 3D-контента способствует «погружению» в тему предмета и позволяет мобильно переходить от целого к его элементам, и наоборот. Интерактивный контент состоит из сочетания 3D-видео, виртуальных лабораторий, интерактивных заданий, игр, а также текстов и гиперссылок. Он позволяет:

- вооружить учителя высококачественными учебными материалами, экономя время на объяснение сложных понятий;
- визуализировать сложные темы школьной программы, включить трехмерные модели процессов и объектов в традиционные способы обучения;
- облегчить систематизацию знаний, усвоение большего объема информации.

Применение 3D-технологий позволяет детально изучить внешние и внутренние характеристики стереоскопических моделей. Например, на уроках анатомии можно «путешествовать» по нервной, кровеносной или пищеварительной системам, проникать внутрь клетки, убирать внешние оболочки, ставить метки на отдельные части объекта.

3D-технологии открывают дополнительные возможности для развития электронного обучения (усиление обратной связи, модульность учебного процесса); внедрения дистанционных технологий (дистанционные курсы повышения квалификации, подготовка к экзаменам и чемпионатам WorldSkills, электронная библиотека); внедрения платформы сетевого взаимодействия в процессе обучения (электронный дневник, журнал).

Следует продумать и возможные ментальные издержки, связанные со стихийным приобщением ребенка к 3D-технологиям. Ведь освоение алгоритмов создания и трансформации трехмерных изображений может и дестимулировать пространственное воображение и мышление ребенка, подобно тому, как распространение сети Интернет привело к эффекту «клиповости» сознания, к заметному сокращению читающей публики.

Обратная сторона технических достижений цивилизации – постепенное превращение человека в придаток машины. Мы можем встретиться с такими последствиями, как «передоверие» компьютеру функции представления сложных пространственных конфигураций; своеобразный «игровой гедонизм», то есть восприятие любого усилия по освоению материала вне игрового контекста как ненужного и тягостного, которого следует избегать.

Есть еще одна важная область творческой продуктивности, в которой 3D-технологии могут помешать. Это музыкальное творчество, развитие

музыкальных способностей, имеющее выход на многие другие сферы, например, художественное творчество. Тут пространственный образ подчиняется законам пространственно-временного потока, ритму, темпу, возвращению и совмещению времен. Это можно назвать 4D-мышлением. Платон считал его более высокой ступенью познания.

5. Обращение к Платону и его «пяти ступеням познания»: исторический и философский контексты развития 3D-мышления

Платон в диалоге «Филеб» обосновал следующую иерархию ступеней познания и соответствующих им наук⁸:

1. Познание числа, линии как числового ряда и геометрической сущности. Наука – арифметика (с элементами алгебры).

2. Познание поверхностей, площадей. Наука – геометрия.

3. Познание объемных, трехмерных тел. Наука – стереометрия. Любопытно, что Платон сетовал на слабое развитие стереометрии в его «просвещенные времена» и считал необходимым в дальнейшем уделить ей особое внимание.

4. Познание пространственно-временных, «искривленных» пространств. Науки: астрономия и наука о музыкальной гармонии. При этом астрономия была для него наукой не просто о небесных сферах, а наукой о вращающихся сферах (о «музыке сфер»). Перемена направления вращения крайней небесной сферы влекла в его онтологии обращение вспять самого времени. Так что люди «золотых» времен Крона (времен до перемены вращения) рождались из земли (могилы) старыми. Затем они молодели и, наконец, после очень долгой жизни, исчезали. Как – он не описал, благоразумно прибегнув не к рациональному дискурсу, а к особому философскому мифу.

Так или иначе, он обозначил основную мысль – указал, что речь идет не о пространственном шаре, а о чем-то более емком – пространственно-временном сфайросе, созерцаемом не путем представления, а путем умозрения – с помощью представления и отношения базовых метафор (моделей). Что-то подобное открывается перед современной астрономией – как космологическая модель Большого Взрыва.

Если упростить представления Платона о мышлении, то можно выделить пять стадий:

1. Точка (или 1D) – мышление замкнуто в единой позиции, покидать которую не хочет или не может.

2. Мышление на листе бумаги (2D-мышление) – мышление, перерожденное в тексте или схеме на листе бумаги. Именно таким мышлением и пользовался человек последние несколько тысяч лет.

⁸ Платон. Филеб [Электронный ресурс] // Литмир: электронная библиотека. URL: <https://www.litmir.me/br/?b=608306&p=1>.

3. 3D-мышление. Миновав 2D-мышление, человек при помощи, например, компьютерной программы, минуя текст, воплощает свои мысли в пространстве (используя 3D-принтер).

4. 4D-мышление. Разум использует все органы чувств для познания мира, обращая мир в сферу, на этом уровне добавляется, например, музыка.

5. Поняв законы музыки и небесной «музыки сфер», то есть познав гармонию упорядоченного множества, человек, согласно Платону, должен обратиться к познанию Единицы, то есть самой причины и источника этой гармонии. Эта Единица может быть изображена как безразмерная точка. Наука, изучающая ее, – диалектика. Точка эта и будет мышлением уровня 0D.

Таким образом, познание по Платону движется по кругу: от 1D к 2D, затем к 3D, затем к 4D и, наконец, к 0D. Видимо, потом вновь возвращается к 1D, и движение продолжается.

Выводы:

1. Данный контекст развития человеческого познания, по всей видимости, остается актуальным и в наше время. Следовательно, не должно забывать, что наши усилия по развитию 3D-мышления мы должны интегрировать в более общий план 4D-мышления.

2. Другой его аспект – понимание угроз, связанных с возможным переходом современной цивилизацией «красной черты», после которой зависимость человека от техники вызовет антропологический кризис и крах самой нашей цивилизации.

Возможно, тогда придет время обратиться к уровню 0D, как это было на сломе античной цивилизации.

6. Общие выводы: «реперные точки» программы развития 3D-мышления в рамках регионального производственно-образовательного кластера

Суммируя результаты исследования, можно эскизно наметить общую матрицу основных движущих сил и ограничителей, в рамках которых будет происходить формирование новой парадигмы образования, связанного с приоритетностью задачи формирования 3D-мышления. Не все намеченное здесь обязательно реализуется, но ориентация регионального ресурсного центра на эту матрицу может вывести его в число «пилотных» проектов и «ключевых игроков», формирователей образовательной политики в регионе.

Итак, можно отметить следующие **факторы развития:**

1. Следует ожидать повышения роли геометрии и стереометрии в общем образовании уже начиная с начальной школы и завершая последними классами общеобразовательной школы и первыми курсами СПО; при этом, несомненно, что 3D-технологии станут существенной частью учебных программ основного и дополнительного образования.

2. Следует ожидать целенаправленных усилий на уровне федерального и региональных министерств, региональных институтов развития образования (РИРО), региональных ресурсных центров 3D-образования (РРЦ), а также на уровне учебных организаций, имеющих целью гармонизацию практик развития пространственного мышления и воображения с основными онтогенетическими характеристиками развития пространственного мышления ребенка, возрастными этапами когнитивного и мировоззренчески-личностного развития.

3. Формирование НКМ (научной картины мира) на основе осознанного понимания различий между евклидовой геометрией и неевклидовыми геометриями, понимание фрактального характера «естественной геометрии природы» станет основой для работы на уроках математики со старшеклассниками и одаренными пространственным воображением детьми. Таковых, по данным исследований, примерно 20 % от общего числа детей, и именно на них следует делать упор при формировании высших уровней пространственного мышления. (Возможно создание профильных классов на более ранней ступени образования.)

4. Особое значение получают целенаправленные усилия по формированию метапредметных компетенций на стыке геометрии и стереометрии с географией, физикой, астрономией, программированием, биологией; но для этого необходимы усилия, направленные на повышение квалификации учителей-предметников. Метапредметные компетенции применимы и более широко (история, физкультура).

5. Видимо, следует сбалансировать усилия между поддержкой технического и художественного 3D-моделирования; при общей приоритетности технического творчества следует найти талантливых и увлеченных педагогов-лидеров, которые занимались бы с детьми художественным и художественно-музыкальным творчеством с применением 3D-технологий. В предельном случае это поможет разомкнуть сознание одаренных старшеклассников и студентов в понимании «гармонии сфер», пространственно-временных структур (от 3D к 4D). На этом пути мы можем открыть гениев в философии и искусстве и универсальных гениев, подобных Леонардо.

6. Следует подчеркнуть особое значение для формирования пространственного мышления таких традиционных предметов, как «Рисование», «Черчение» и «Начертательная геометрия» (в вузах); мы предполагаем, что эти предметы, вобрав в себя практики 3D-технологий, усилят свою значимость в российском образовании образца 2030 года.

7. Кластерные принципы развития 3D-образования во взаимодействии детских садов, школ, колледжей, высших учебных заведений и предприятий (с РРЦ и РЦ в роли интеграторов кластерного развития), видимо, имеют большое будущее. Наибольший эффект в личностном и когнитивном развитии ребенка при одновременном решении задач подготовки крайне

дефицитных сейчас кадров будет достигнут тогда, когда это развитие будет координироваться и поддерживаться, а в наиболее значимых элементах и направляться вдоль всей цепочки формирования человека от детского сада до первых лет профессионального самоопределения на рабочем месте.

8. Следует в полной мере воспользоваться тем, что 3D-технологии усиливают мотивацию к обучению, так как дают ребенку возможность реализовать свой творческий потенциал, создать нечто вещественное и в наибольшей мере приближенное к идеальному образу, возникшему в его воображении или же к технической модели, соответствующей его замыслу. Они вооружают учителя высококачественными учебными материалами; помогают ему визуализировать сложные темы школьной программы, включить трехмерные модели процессов и объектов в традиционные способы обучения и тем самым внести инновацию в «рутинный» процесс обучения, облегчить систематизацию знаний. Применение 3D-технологий позволяет детально изучить внутренние характеристики стереоскопических моделей. Например, на уроках анатомии мы можем «путешествовать» по кровеносной системе, проникать внутрь клетки.

9. 3D-технологии открывают дополнительные возможности для развития электронного обучения (усиление мобильности, обратной связи, модульность учебного процесса); внедрения дистанционных технологий (дистанционные курсы повышения квалификации, электронная библиотека); внедрения платформы сетевого взаимодействия в процессе обучения (электронный дневник, журнал).

10. Следует продумать и возможные ментальные издержки, связанные с ранним и стихийным приобщением ребенка к 3D-технологиям. Мы можем встретиться с такими последствиями, как «передоверие» компьютеру функции представления сложных пространственных конфигураций в процессе проектирования и моделирования; своеобразный «игровой гедонизм», то есть восприятие любого усилия по освоению материала вне игрового контекста как ненужного и тягостного, которого следует избегать.

Есть еще одна область творческой продуктивности, в которой 3D-технологии могут помешать. Это музыкальное творчество, развитие музыкальных способностей, имеющее выход на многие другие сферы, например, художественное творчество. Тут пространственный образ подчиняется законам пространственно-временного потока, ритму, темпу, возвращению и совмещению времен. Это можно назвать 4D-мышлением.

ДИАГНОСТИКА СКЛОННОСТИ К 3D-МЫШЛЕНИЮ У ДЕТЕЙ

Современная школа заверяет о приверженности идее формирования гармоничной, всесторонне развитой личности с учетом индивидуальности и способностей ребенка. Но в силу формальности и заорганизованности способности часто нивелируются, у детей вырабатываются стандартные знания и умения. В современной школе конкретные знания – даты, правила – ценятся выше, чем умение фантазировать, креативность, собственная интерпретация событий и процессов.

При формировании 3D-мышления мотивационный аспект переносится из сферы «надо» (быть успешным, образованным, радовать родителей) в сферу «хочу» и «могу» (мне это интересно и у меня это получается). Таким образом, внешняя мотивация заменяется на внутреннюю, которая является более продуктивной. Пропадает страх потерпеть поражение в конкурентной борьбе за оценку, а на первое место выходит стремление к самопознанию и саморазвитию, без чего невозможно представить профессионала XXI века.

Взрослые не всегда находят общий язык со своими «цифровыми» детьми. В последнее время возникли реальные возможности перехода к «открытой» системе обучения, для которой характерны:

- индивидуальное обучение;
- адекватный для каждого обучающегося темп работы;
- отсутствие жесткой системы оценок;
- совместная работа родителей и педагогов;
- использование внутренней мотивации детей;
- личный характер отношений учитель – ученик, при котором учителю предоставляется роль помощника и советчика;
- использование игровых методов в обучении.

Переход к 3D-мышлению можно проиллюстрировать простой задачей: сложите из трех спичек равносторонний треугольник. Получилось? А теперь возьмите еще три спички и распределите их таким образом, чтобы получилось четыре равносторонних одинаковых треугольника. Сложно? Вам не удастся решить задачу, если из плоскости вы не перейдете в пространство. Треугольная пирамида – решение задачи.

И для решения таких задач вам необходимо пространственное мышление, богатое воображение, развитая интуиция, т.е. не только познавательные, но и творческие способности.

Как уже отмечалось в предыдущем разделе, пространственное мышление – разновидность образного, которое характерно для «правополушарных» мыслителей. Правополушарное мышление – более образное, креативное, эмоциональное. На первое место выступает интеграция, а не анализ. Главные черты данного стиля – ориентация на субъективные факторы, стремление найти общее даже в противоположных точках зрения.

В нашей стране практически не выработаны критерии одаренности, поэтому приходится использовать опыт западноевропейских и американской школ педагогики и психологии.

Критерии одаренности:

- *Познавательные способности и навыки:*

- владение большим объемом информации;
- богатый словарный запас;
- перенос усвоенного на новый материал;
- установление причинно-следственных связей;
- умение делать выводы;
- умение интегрировать и синтезировать информацию;
- участие в решении сложных проблем;
- организация информации;
- умение улавливать сложные идеи;
- умение замечать тонкие различия;
- чувствительность к противоречиям;
- использование альтернативных путей поиска информации;
- анализ ситуаций;
- умение оценивать как сам процесс, так и результат;
- умение предвидеть последствия;
- умение рассуждать;
- построение гипотез;
- применение идей на практике;
- способность к преобразованиям;
- критичность в мышлении;
- высокая любознательность.

- *Творческие способности:*

- способность рисковать;
- дивергентное мышление (т.е. воспринимающее идею в целом, интуитивно);
- гибкость в мышлении и действиях;
- быстрота мышления;
- способность высказывать оригинальные идеи, изобретать что-то новое;
- богатое воображение;

- восприятие неоднозначных идей;
- высокие эстетические ценности;
- развитая интуиция.

- *Особенности эмоциональной сферы:*

- реалистическая я-концепция (правильное представление человека о себе);
- уважение к другим;
- эмпатическое отношение к людям (умение сопереживать);
- терпимость к особенностям других людей;
- склонность к самоанализу;
- терпимое отношение к критике;
- способность делиться вещами и идеями;
- настойчивость в выполнении задания;
- независимость в мышлении и поведении;
- отсутствие нетерпения в ожидании вознаграждения;
- чувство юмора;
- чуткость к анализу нравственных проблем;
- уверенность в своих силах и способностях;
- внутренняя мотивация.

Соционика позволяет провести анализ типичных качеств каждого ребенка и по доминированию определенных психосоматических признаков определить его склонность к тому или иному способу мышления и поведения, поскольку каждый индивид (даже на стадии формирования) подсознательно стремится реализовать свои потенциальные таланты или способности, заложенные в структуре собственного «я».

Эти признаки описал К.Г. Юнг, который считал, что легче определить их в различных жизненных ситуациях, где подросток свободно и творчески проявляет свои природные (архетипные) качества⁹.

Этика (чувствование): умение разбирать споры, ссоры между людьми, уговаривать, успокаивать, поднимать настроение, откровенно сопереживать. Желание оказывать услуги, делать подарки, хвалить и делать комплименты, ставить на первое место тему своих симпатий и антипатий. Стремление воспитывать, наставлять; проводить время с маленькими детьми, ухаживая за ними, часто возмущаться по поводу «нехороших» поступков других, легко обижаться, проявлять слезливость и наоборот – смешливость.

Логика (мышление): умение составлять точные описания (отчеты) о наблюдаемых явлениях, измеряемых объектах, запоминать формулы, условные обозначения на географических и топологических картах, названия химических элементов, физических величин. Стремление к классификации (например, знание и умение описать определенное количество деревьев, кустарников, трав, зверей или птиц, характерных для какого-нибудь кон-

⁹ Юнг К.Г. Феномен одаренности // Psychologie und Erziehung. Rascher, 1946. Перевод 1970. Перевод Т. Ребеко.

кретного региона). Умение разбираться в чертежах, схемах, таблицах. Тяготение к всевозможным вычислениям и расчетам; умение искать и исправлять ошибки других в текстах, задачах, рисунках и др. Любовь к техническим устройствам, механике, электронике, физике и т.д.

Сенсорика (ощущения): умение пришить пуговицу, заштопать одежду, отремонтировать игрушку, сделать полезную вещь или украшение для дома, приготовить вкусное блюдо, составить букет цветов (икебана). Стремление показать друзьям (подружкам), как необходимо со вкусом и опрятно одеваться, как сделать прическу. Возможность различать следы человека, птицы, животного, велосипеда, мотоцикла, автомобиля на влажной земле или снегу. Способность ухаживать за маленьким ребенком. Умение оказать первую медицинскую помощь: промыть и забинтовать рану, удалить занозу, помочь при потере сознания, сделать искусственное дыхание. Проявление практичности и сноровки в походе (умение быстро поставить палатку, разжечь костер, приготовить пищу, уложить рюкзак); способность пользоваться инструментами, правильно их содержать, любовь к работе в мастерской (столярной, слесарной, авто и т.п.).

Интуиция: придумывание новых игр, сочинение стихов, рассказов, анекдотов. Умение сделать самое оригинальное описание внешнего вида космического пришельца или неизвестного (несуществующего) животного, не имеющего аналогов на Земле, и дать ему соответствующее название. Конструирование или разработка нового вида какого-нибудь изделия (одежды, машины, дома, продуктов питания и т.п.). Возможность создания собственного музыкального (художественного, драматического, научного) произведения. Умение чувствовать скрытые мотивы других людей, прогнозировать развитие событий и процессов.

Обычно у школьника наблюдается доминирование пары связанных между собой признаков:

- этики и сенсорики (социальная деятельность);
- этики и интуиции (гуманитарная деятельность);
- логики и сенсорики (производственная деятельность);
- логики и интуиции (научно-исследовательская деятельность).

Выявление доминирующей пары признаков позволяет выбрать определенный вид деятельности и использовать потенциал личности (задатки – способности + трудолюбие – талант).

Поэтому диагностика склонности к 3D-мышлению у детей – это симбиоз наших знаний о познавательной, творческой, эмоциональной сферах ребенка, его личностных и индивидуальных качествах (Приложение 1). Это поможет определить конкурентные преимущества подростка с учетом его природных склонностей (Приложение 2), сформировать внутреннюю мотивацию и создать развивающую среду для занятий творчеством (в том числе используя возможности дополнительного образования), построения индивидуальной траектории развития и образования.

ФОРМИРОВАНИЕ 3D-МЫШЛЕНИЯ НА ДОШКОЛЬНОМ УРОВНЕ

Знакомиться с технологиями, позволяющими развивать 3D-мышление (то есть видеть всю картину мира сразу и целиком), стоит начинать еще на дошкольном уровне. В столь юном возрасте еще рано пытаться овладеть сложными компьютерными программами, создающими готовые и высококачественные 3D-проекты.

3D-технологии могут помочь на любом уровне восприятия. Человек, которого мы хотим воспитать, должен воспринимать мир как единое целое. Как это осуществить, используя 3D? Возьмем, казалось бы, простой предмет деятельности человека: хлеб. Каждый ребенок видит его на своем столе, иногда, воспитатели объясняют ему, как он на столе оказался. Объяснения эти ребенку тяжело воспринять: поле, которого он никогда не видел, или пекарня, о которой он слышит впервые.

Представим объяснение происхождения хлеба на столе при помощи 3D-технологий:

– мы видим структуру почвы благодаря 3D-принтеру, видим, как растет в ней зерно;

– видим ландшафт с колосьями, что взошли, и то, как их убирают;

– можем создать модель пекарни, используя 3D-принтер;

– мы можем увидеть машину, что доставляет хлеб в здание детского сада.

Подобный наглядный цикл увидит ребенок и с раннего детства будет понимать, насколько тот или иной труд связан с другими сферами деятельности. Это и будет первым шагом к мышлению 3D. Пусть проекция не создана самим ребенком, но он увидел ее результат.

Однако сегодня существует технология, способная помочь реализовать свои идеи в 3D-пространстве даже самым младшим воспитанникам образовательных учреждений, на дошкольном уровне. Речь пойдет о 3D-ручках.

3D-ручка – это прорыв в технологии рисования. Обычные рисунки карандашом на бумаге или мелом на асфальте уходят в прошлое. Теперь каждый может быть волшебником и создавать объемные рисунки прямо в воздухе. И все это – рисунки 3D-ручкой. Она работает по принципу 3D-принтера, только создана для более мелких целей. Такая ручка понравится

ученикам дошкольного возраста, что показывает практика работы ГАПОУ СО «ЭПЭТ» с детскими садами.

Эта ручка рисует не чернилами, а пластиком. Он нагревается, расплавляется, и тут просыпается фантазия ребенка. Густая масса превращается в рисунки! Пластик для 3D-ручки – полимерная проволока, которая продается для принтеров с технологией послойного плавления.

В ручке для 3D-рисования есть специальное отверстие, в которое вставляется пластиковый прутик. Внутри нее – экструдер, где и плавится филамент, а затем подается наружу. Наконечник ручки является, по сути, печатной головкой: именно он отвечает за создание поделки 3D-ручкой.

На сегодняшний день существует два типа – холодная 3D-ручка и горячая. Первая печатает быстро застывающими фотополимерами. Родина холодной 3D-ручки – Томск. Именно отечественные ученые запатентовали эту технологию, после чего стали выпускать холодные 3D-ручки в Китае и в других странах. Холодная ручка работает от аккумулятора, поэтому постоянный источник электроэнергии ей не требуется, кроме того, она не имеет нагреваемых элементов, поэтому ребенок не сможет обжечься, занимаясь рисованием 3D-ручкой. Горячая 3D-ручка делает шедевры как раз методом плавления пластиковых нитей.

Прежде всего 3D-ручка – это оригинальный инструмент для рисования. Теперь рисунки можно не только рассматривать, но и потрогать их руками. А что может быть интереснее для ребенка, чем реальное воплощение своей фантазии?

Даже лепку можно заменить рисованием 3D-ручкой: из полимерной проволоки получают оригинальные украшения, фигурки животных, кукольная мебель и сами куколки. 3D-ручка для детей – средство развития фантазии и воображения.

Это не просто очередная игрушка, это полезный инструмент, благодаря которому стало возможным развивать мышление уровня 3D.

Вот перечень всего нескольких качеств человека, которые способна развить 3D-ручка:

- развитие моторики пальцев – улучшает почерк и речь ребенка;
- развитие фантазии – помогает нестандартно мыслить в любых начинаниях;
- развитие творчества – способствует эмоциональному и интеллектуальному развитию;
- абстрактное мышление способствует лучшему контролю собственных действий, желаний, поступков;
- новые, удивительные эмоции, общение со сверстниками – все это раскрывает таланты, избавляет от скованности.

Вместо поделок из шишек и листьев предлагается создание того, чего из листьев и шишек не сделать, вместо рисунка на бумаге предлагается рисунок в пространстве.

Аналог 3D-ручки в прошлом – пластилин. Но говорить о равных возможностях в творчестве между 3D-ручкой и пластилином может лишь тот, кто 3D-ручкой не пользовался. Скорость застывания быстрее, созданная фигура гораздо прочнее. Что важно: созданную фигуру ты не изменишь, начинай новую, что учит ответственности за итог работы ребенка. Краски и виды пластика не смешаются цветами, результат будет исключительно тем, на который потрачены усилия.

Анализируя направленность развития мира, мы можем говорить с достаточно высокой долей уверенности, что 3D-ручка формирует те качества, которые нужны инновационной экономике.

Развитие 3D-мышления помогает воспринимать мир как единое целое, что формирует ученика, а затем и специалиста нового поколения, который будет востребован в условиях инновационной экономики.

ФОРМИРОВАНИЕ 3D-МЫШЛЕНИЯ НА ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ УРОВНЕ

Технология 3D-печати еще не освоена в полной мере, поэтому введение ее в школах может значительно повлиять на дальнейшее развитие системы образования. В более раннем возрасте гораздо проще предложить человеку новые идеи и методы. Именно поэтому дети осваивают иностранные языки гораздо быстрее, чем взрослые. И именно поэтому начальная и средняя школы представляют собой идеальную площадку для внедрения учебных курсов с использованием технологий 3D-печати. Данный раздел представленного методического пособия посвящен применению 3D-принтеров в образовательном процессе на уровне средних общеобразовательных организаций.

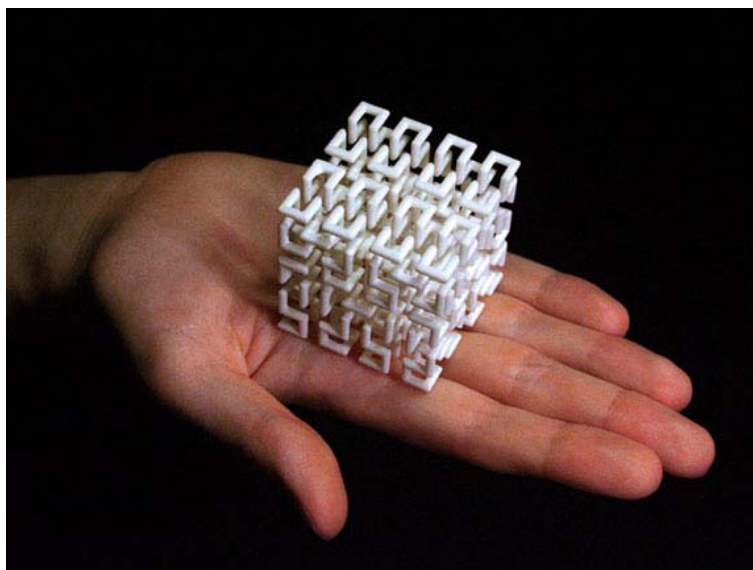
В разделе будут приведены примеры использования 3D-печати на различных уроках, таких как биология, история, геометрия, математика, физика, география, ИЗО.

Необходимо отметить, что начинать знакомство с 3D-принтерами и их возможностями следует на уроках информатики, на которых в первую очередь необходимо ознакомиться с устройством такого принтера и его программным обеспечением. Однако эти ограничения касаются в первую очередь самих учеников и их умения работать с принтерами, у подготовленного учителя возможности использования 3D-печати на уроках намного шире.

Далее приведем несколько подобных примеров.

Математика

3D-печать уже применяется в преподавании математики, в частности, для наглядной демонстрации графиков и математических моделей. Некоторым ученикам непросто понять числа и диаграммы, которые они видят на бумаге. Это не означает, что они не способны обучаться – это просто особенность работы мозга. 3D-печать помогает таким учащимся рассмотреть уравнения, графики и сложные математические модели в реальном виде – и тем самым понять их. Важно также, что 3D-печать вносит элемент разнообразия в предмет, который обычно бывает достаточно скучным.



География



Технологии 3D-печати могут применяться для того, чтобы показать ученикам геологические формации в масштабе, который невозможно увидеть на двухмерном изображении. Мы уже наблюдали не только успешные примеры применения 3D-печати в преподавании географии и геологии, но и то, как с ее помощью ученые посадили спускаемый аппарат на комету, выбрав наилучшее место для посадки по объемной модели.

Кроме того, на 3D-принтере были распечатаны модели землетрясений для сравнительного анализа, а также модели причин и следствий гидроразрыва пласта в разработке месторождений нефти и газа.

Разумеется, живя в трехмерном мире, лучше всего преподавать географию и геологию на наглядных трехмерных моделях. Если авторы учебни-

ков согласятся с важностью 3D-печати и захотят внедрить ее в планирование уроков, они могут включить в каждую главу файлы для распечатки моделей на 3D-принтере. Это сделает уроки интереснее и познавательнее как для учеников, так и для учителей. Например, можно распечатывать на 3D-принтере уменьшенные модели горных цепей, рек, каньонов и других географических объектов.

Таким образом, дети смогут воочию наблюдать некоторые известные точки мира, не выходя при этом из класса.

История



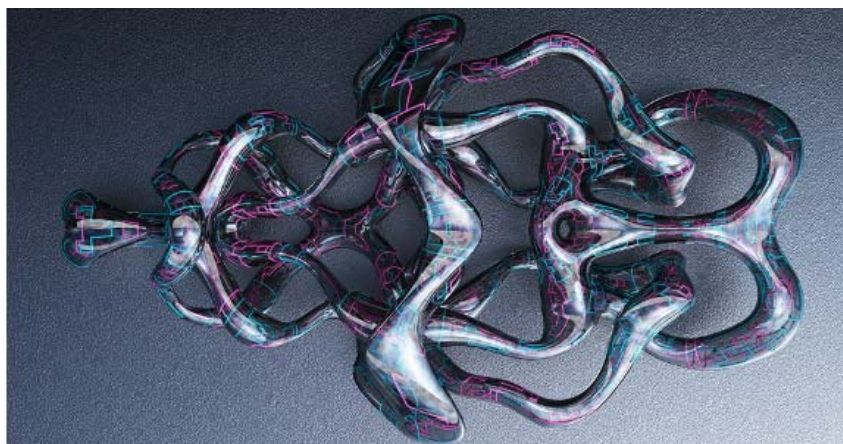
Можно сказать, что история как предмет получит больше всего преимуществ от внедрения 3D-печати. Музеи по всему миру начинают, наконец, признавать огромный потенциал 3D-сканирования и 3D-печати не только для создания копий древних предметов, но и для предоставления посетителям возможности буквально прикоснуться к ним. Раньше в музеях висели таблички «Экспонаты руками не трогать». Теперь, когда копии предметов могут производиться с помощью высокоточных 3D-принтеров и сканеров, посетители музеев получают возможность прикоснуться к экспонатам, многие из которых практически неотличимы от оригиналов.

А теперь представьте себе, что на каждом уроке истории у учеников появится возможность распечатать на 3D-принтере копии исторических предметов из массы доступных для скачивания STL-файлов. Теперь у каждой школы будет доступ к музейным экспонатам прямо в классе. Кроме того, это гораздо интереснее, чем читать главу за главой в учебнике, когда многие ученики не могут сосредоточиться, отвлекаются и не понимают прочитанное. Возможность показать предмет из эпохи, о которой идет речь в учебнике, сделает урок более увлекательным.

Более того, ученики получают уникальную возможность самим реконструировать легендарные сражения различных войн. Например, распечатав на 3D-принтере солдат времен войны 1812 года, можно воспроизвести

знаменитое Бородинское сражение, наглядно показав детям дислокации французов и русских.

Изобразительное искусство

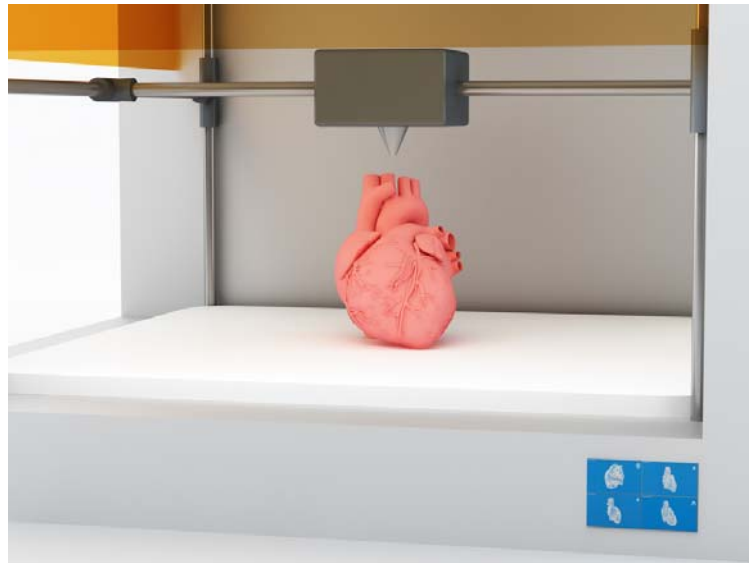


3D-печать может с большим успехом применяться на уроках изобразительного искусства. Эта технология открывает целый ряд возможностей для учителей, например, включение 3D-дизайна в учебный план. С помощью 3D-печати ученики могут воплотить в жизнь модели, которые они спроектировали, что также сделает уроки интереснее. Кроме того, исчезнет необходимость ограничиваться двухмерным экраном для демонстрации трехмерных моделей. Появится возможность осуществлять дизайнерские проекты на национальном и даже международном уровне, предоставляя другим школам открытый доступ к моделям для распечатывания на 3D-принтере. Школьники из России смогут работать над совместными проектами со своими ровесниками, например, из Индии, а затем в обеих школах можно будет распечатать на 3D-принтере результат работы.

В последние годы уже был показан ряд возможностей, которые предоставляет 3D-печать сфере искусства, но это еще самая малая часть ее потенциала. Такая печать позволяет по-новому взглянуть на создание предметов искусства. Если 3D-печать будет доступна школьникам по всему миру, именно будущее поколение привнесет эти технологии во все возможные области искусства и позаботится о полном раскрытии их потенциала.

Кроме этого, 3D-технологии помогут в разработке и реализации социальных или социокультурных проектов в рамках внеурочной деятельности как продолжения работы на уроке. Например, на уроках изобразительного искусства учащиеся разрабатывают сначала план благоустройства школьного двора или своего микрорайона, а затем с помощью 3D-принтера создают макет. Далее, в рамках внеурочной деятельности, реализуют данный проект, тем самым формируются метапредметные результаты, обозначенные во ФГОС.

Биология



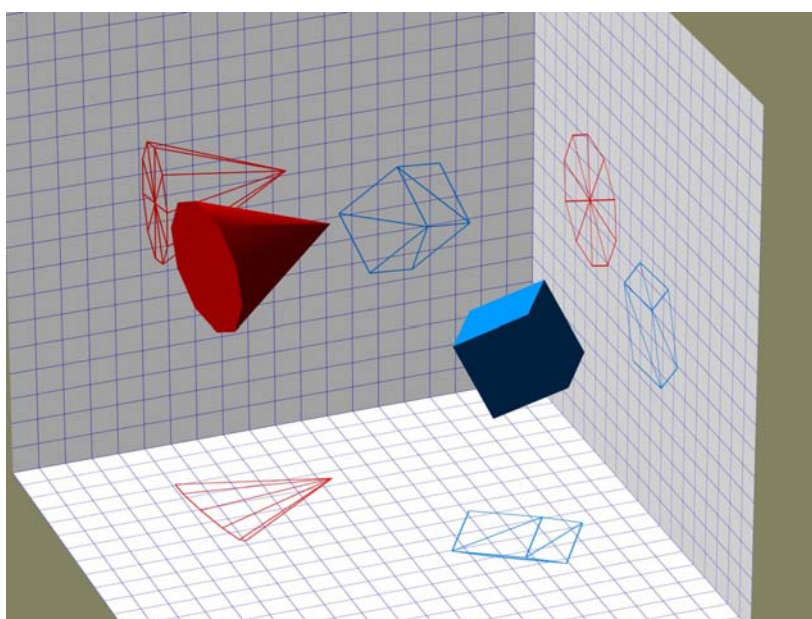
3D-технологии могут быть очень широко применены на уроках биологии, как пример: рассматривая тему пищеварения, необходимо обратить внимание учеников на взаимодействие всех органов пищеварительной системы. Пища, попадая в ротовую полость, подвергается процессу механического размельчения и смачивания слюной. Затем комочки пищи, проходя через глотку и пищевод, попадают в желудок. 3D-модели позволяют учителю показать модель не только в объеме, но и с разных ракурсов, обратить внимание на анатомическое строение органа, поработать с терминами, основными понятиями, найти данные термины в учебнике и записать их в тетрадь. Таким образом, учитель остается в центре внимания, контролирует класс, на него обращены взгляды учеников. Если рассматривать модель желудка в разрезе, то можно выделить несколько слоев: внутренний слой – это слизистая оболочка, а также подслизистая. Они отвечают за выработку ферментов и желудочного сока, всасывание некоторых веществ. Средний слой – это мышечный слой. Его назначение – сокращение стенок, перетирание и перемешивание пищи. Внешний слой желудка называется серозным слоем. Описывая внутреннее строение желудка, учитель ставит проблемный вопрос о значимости каждого слоя, о взаимодействии клеток каждого слоя между собой. Для учеников такие вопросы становятся легкими, так как каждая клеточка модели желудка имеет объем, и взаимозависимость одних клеток от других четко прослеживается с помощью 3D-модели желудка. Модель желудка без обозначений учитель использует для проверки домашнего задания и закрепления пройденного материала. Таким образом, 3D-модель желудка является опорным конспектом для ученика при ответе. Материал, изложенный в такой форме, запоминается быстрее, чем на традиционных уроках и в конечном итоге приводит к более высокому уровню усвоения предмета.



Использование 3D-печати применимо в равной степени и к растениям и их строению. Уникальной возможностью в использовании данной технологии будет являться возможность увидеть объемные модели редких или даже вымерших животных.

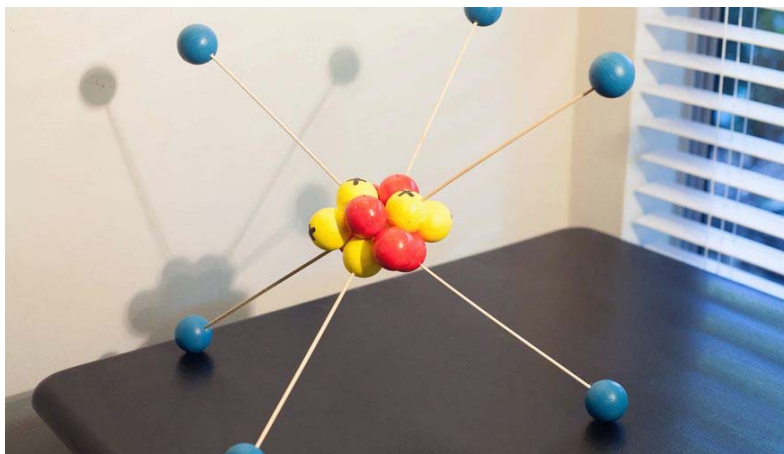
В приложении к методическому пособию вы можете ознакомиться с примером технологической карты урока по биологии с использованием 3D-принтера.

Геометрия



На уроках геометрии достаточно сложно объяснить все свойства трехмерной фигуры, используя при этом лишь двухмерное пространство (доску). Можно использовать уже готовые, например, деревянные модели, но гораздо более наглядным пособием будет такое, которое ученик создаст сам. Используя 3D-принтер, ученик, построив в специальной программе образец модели, через некоторое время сам будет держать ее в руках. Подобная наглядность может помочь максимально вовлечь ребенка в учебный процесс.

Физика



На уровне среднего образования в качестве практической работы на уроке физики может быть следующее задание: исследование зависимости периода колебаний пружинного маятника от массы груза и жесткости пружины. Исследование зависимости периода и частоты свободных колебаний нитяного маятника от длины нити. Для выполнения задания необходимо напечатать на 3D-принтере пружину, груз и маятник.

При изучении строения атома очень полезно и наглядно дать ученикам задание, которое будет заключаться в 3D-печати атома.

При углубленном изучении физики при помощи 3D-принтеров можно объяснять достаточно сложные темы теоретической физики.

Уже в 2013 году ученые из Лондона всего за восемь часов, потратив около 15 евро, смогли использовать имеющийся в продаже 3D-принтер для создания своего объекта объемом около 8 см^3 , основанного на математической модели, описывающей, как могут начаться лесные пожары и как они распространяются со временем.

Исследователи назвали подход «Sculplexity» – слово, состоящее из двух частей *sculpture* – скульптура и *complexity* – сложность. И не без оснований считают, что этот метод можно использовать для создания произведений искусства, основанных на науке. Кроме того, этот подход может изменить существующие способы презентации и обсуждения новых идей и концепций в рамках научного сообщества.

В своем исследовании ученые использовали лесной пожар в качестве примера, где каждая ячейка представляет собой дерево, которое может быть живым, мертвым или горящим. Состояние, которое принимает та или иная ячейка на протяжении времени, зависит от набора правил, которые учитывают такие данные, как удаленность соседних ячеек, которые могут быть горящими, или возможность их поражения молниями.



«Основная концепция проста, – говорит доктор Эванс. – 3D-принтер создает объекты слой за слоем. Таким образом, высота объекта может представлять время. Предположим, у вас есть математическая модель, которая определяет плоскую, двухмерную картину, которая разворачивается во времени. Как правило, она представлена координатной сеткой, в которой некоторые квадраты заполнены, а некоторые остаются пустыми.

Математическая модель будет определять в каждый момент времени, что принтер должен печатать на одной определенной высоте. Следующий шаг в этой модели будет определять, что нужно печатать на следующем слое и так далее. В результате получается 3D-объект, который наглядно показывает, как математическая модель развивалась с течением времени»¹⁰.

Полученная в результате разработок модель создавалась не без сложностей, но доктор Эванс считает, что опыт позволил им выявить существующие сложности, сформулировать решения и вдохновить сообщество физиков «подходить к решению задач творчески».

«В нашей группе в Имперском Колледже мы пытаемся объяснить аномалии сердцебиения, исследуя простые модели поведения отдельных клеток в сердечной мышце, и вполне возможно, что нам удастся визуализировать их при помощи 3D-печати. Большинство моделей, представляющих распространение болезни, могут быть визуализированы подобным

¹⁰ 3D-принтеры сегодня [Электронный ресурс]. URL: <http://3dtoday.ru/industry/s-pomoshchyu-3d-pechati-teoreticheskaya-fizika-stanovitsya-naglyadnoy.html>.

же образом. Возможно, существует так же множество других примеров использования этой идеи, и мы просто надеемся, что наш, весьма дословный перевод теоретической модели в 3D-объект послужит для кого-то стимулом проявлять больше творчества в решении поставленных задач», – заключил доктор Эванс¹¹.

3D-мышление в контексте дополнительного образования

В условиях становления новых подходов и требований к системе дополнительного образования детей, повышения качества деятельности образовательных организаций дополнительного образования детей возрастает значимость использования в работе с детьми 3D-технологий.

Эта идея была отражена в приоритетном национальном проекте «Образование», в государственной программе «Развитие образования», в федеральных проектах: «Цифровая образовательная среда», «Современная школа», «Успех каждого ребенка» (протокол заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам от 3 сентября 2018 г. N 10).

Содержание проекта включает в себя:

- продолжение проекта «Доступное дополнительное образование»;
- система конкурсных, олимпиадных мероприятий;
- внедрение сетевых программ;
- онлайн-освоение модульных курсов;
- сеть центров цифрового образования «IT-cube»;
- система открытых уроков «ПроеКТОриЯ»;
- создание Кванториума в каждом городе с населением более 60 тыс. человек.

Все это говорит о том, что современные дети поставлены в условия, когда использование 3D-технологий становится необходимостью в образовательных организациях всех видов и типов.

В учреждениях дополнительного образования можно начинать работу с детьми разного возраста в рамках различных творческих объединений, например, «Моделирование».

В качестве примера можно привести изобретение выпускницы МОУ «СОШ № 25» г. Балаково Саратовской области Елены Ковальчук (руководитель Николай Андреевич Устинов) – свободнопоточная микроГЭС. Принципы изобретения: надежность, компактность, быстроокупаемость источников электроэнергии для деревень, хуторов, дачных поселков, фермерских хозяйств, а также небольших производств в отдаленных, горных и труднодоступных районах, где нет поблизости линий электропередач.

¹¹ 3D-принтеры сегодня [Электронный ресурс]. URL: <http://3dtoday.ru/industry/s-pomoshchyu-3d-pechati-teoreticheskaya-fizika-stanovitsya-naglyadnoy.html>.

Предлагаемая микроГЭС представляет собой металлическую платформу с двумя стойками по краям, на которых лежит пустотелая ось. На оси герметично закреплен вращающийся барабан, на котором друг за другом на некотором расстоянии закреплены жесткие поворотные лопатки. Лопатки свободно складываются в нижней части барабана и раскрываются (всплывают) в верхней, так как плотность материала, из которого они сделаны, меньше плотности воды. Внутри барабана, на оси располагаются четыре электромагнитные катушки, также изнутри на барабане закреплены магниты. Расстояние между магнитами должно быть равно ширине электромагнитной катушки с прибавлением нескольких миллиметров, при таких условиях мы получим максимальное напряжение, а значит и максимальную электрическую мощность (так как эти две величины пропорциональны). Лопасти встают на специальные упоры и под действием потока воды начинают вращать барабан, соответственно начинают вращаться магниты вокруг неподвижных электромагнитных катушек, вследствие чего вырабатывается индукционный ток. Внутри оси проходит кабель, который связывает микроГЭС с потребителем.

Используя все расчеты, которые провела автор изобретения, можно, используя 3D-печать, получить недорогие детали для микроГЭС.

Не менее интересным будет использовать 3D-технологии и в авиамоделировании. В рамках этого направления дети, как правило, мало что изобретают, но зато с большим интересом собирают модели современных пассажирских и военных самолетов. Принцип тот же, что и с микроГЭС – распечатка деталей на 3D-принтере. И если в случае приобретения деталей в специализированных магазинах ребенку необходимо знать только размер и материал, из которого изготовлены детали, то при работе с 3D-принтером приходится «включать» трехмерное мышление.

ФОРМИРОВАНИЕ 3D-МЫШЛЕНИЯ В УЧРЕЖДЕНИЯХ СПО

Студенты уже на самых ранних этапах начинают развивать образное мышление, приучаются к автоматизированным процедурам программирования и проектирования. И, возможно, еще более важным становится факт увеличения интереса студентов к обучению и научному поиску. Ведь новые технологии позволяют студенту в короткие сроки получить результаты своего изобретения. Это хорошая мотивация для творчества.

Общеизвестно, что в памяти обучающегося закрепляется от 10 до 20 % того, что он слышит, 50 % того, что он видит, и 90 % того, что он делает. Поэтому необходимо, как говорил К.Д. Ушинский, «дать человеку деятельность, которая бы наполнила его душу и могла бы наполнять его вечно, – вот истинная цель воспитания, цель живая, потому что цель эта – сама жизнь»¹².

3D-технологии позволяют учащимся понимать допущенные ими ошибки и делать соответствующие выводы. Результаты, получаемые на принтере, помогают быстрее увидеть сделанные ошибки и просчеты, в то время как бумажные или компьютерные модели далеко не всегда этому могут помочь. 3D-модель можно протестировать не один раз и выявить все просчеты.

Процесс обучения часто представляет собой передачу информации от преподавателя к студенту и, по словам А.Х. Асмолова, «превращается в снабжение ответами без поставленных учениками вопросов»¹³. Со временем у студента вырабатывается не только стереотип деятельности, но и характер мышления.

Тесты на творческую активность, составленные психологами, показывают, что нестандартно мыслящих людей среди взрослых – около 2 %, у семилетних – 17 % и у шестилеток – 37 % из числа опрошенных¹⁴.

¹² Ушинский К.Д. Избранные педагогические сочинения. Т. 1. Вопросы воспитания. М.: Государственное учебно-педагогическое издательство Министерства просвещения РСФСР, 1953. 640 с.

¹³ Асмолов А.Х. По ту сторону сознания. Методологические проблемы неклассической психологии. М.: «Смысл», 2002, 480 с.

¹⁴ Иванова И.П. Развитие творческого мышления студентов в условиях проблемно-деятельностного обучения. Ставрополь, 2002.

Иными словами, система образования не только не развивает, но и в 98 случаях из 100 губит наши творческие способности.

По результатам проведенного анкетирования и разноуровневого контроля знаний учащихся первого курса 95 % опрошенных владеют только репродуктивным уровнем усвоения знаний и только 5 % имеют способности к творческому труду. В сложившихся условиях развитие творческой составляющей образования становится приоритетной задачей. Решить ее помогают 3D-технологии.

По инициативе Президента РФ В.В. Путина, в стране запущен проект «Инженеры будущего: 3D-технологии в образовании».

Миссия проекта заключается в формировании инженерно-технической элиты, воспитании специалистов, обладающих высокими лидерскими качествами, современным инженерным мышлением, способных решать сложнейшие задачи в высокотехнологичных отраслях экономики страны.

Цель проекта: создание условий для выявления и поддержки талантливых школьников и студентов, увлеченных изучением технологий цифрового производства, аддитивных технологий и новых материалов по направлениям Национальной технологической инициативы.

Таким образом, приобретение 3D-принтера – это не только дань престижу учебного заведения, но и возможность готовить будущих профессионалов на высоком уровне, что также скажется на репутации учебного заведения и его рейтинге. Ведь студенты научатся еще до выхода на работу настоящему проектированию и реальным вещам в области производства. Хотя покупка оборудования обойдется недешево, дальнейшие затраты на его эксплуатацию окажутся мизерными.

Можно также отметить, что 3D-печать понятна не только студентам, но и школьникам, даже учащимся младших классов. Более того, она может еще больше заинтересовать учеников и приучить их к новым технологиям, возбудить интерес к будущим профессиям, развивать их творческие умения и навыки.

Роль 3D-принтеров

в подготовке технических и творческих специалистов

Для технических специальностей, проходящих подготовку на базе СПО, использование 3D-технологий часто оказывается наиболее востребованным, что и понятно. Аддитивные технологии позволяют студентам не только познакомиться с новыми методами производства, но и самим участвовать в разработке дизайна, деталей и компонентов, а также различных макетов прямо в учебном заведении. 3D-печать в учебной программе учреждения СПО – это возможность для студентов развивать свои творческие способности, возможность реализовать различные технические идеи в новых условиях и на новом оборудовании.

Для обучения студентов и для разработки различных моделей можно использовать принтеры, работающие с различными типами пластиков. Это позволяет делать вполне достойные по качеству и своим характеристикам прототипы и модели.

Творческие специальности также являются той сферой, где можно с успехом использовать аддитивные технологии. Речь идет в первую очередь о подготовке архитекторов и дизайнеров, которые могут создавать различные интересные проекты из самых разных материалов.

Студенты уже на самых ранних этапах начинают развивать образное мышление, приучаются к автоматизированным процедурам программирования и проектирования. И, возможно, еще более важным становится факт увеличения интереса студентов к обучению и научному поиску. Ведь новые технологии позволяют студенту в короткие сроки получить результаты своего изобретения. Это хорошая мотивация для творчества.

3D-печать позволяет создать визуализированные объекты и быстрее освоить тонкости будущей профессии. Для архитекторов и дизайнеров можно порекомендовать модели полноцветных 3D-принтеров.

Возможности, которые дают 3D-принтеры образованию, практически безграничны. Будущий инженер имеет возможность создать глобальный проект в миниатюре, проанализировав все его минусы и недочеты. Молодой технический специалист может создать образец детали. Дизайнер вместе с техническим специалистом получает возможность создать модель ландшафта, дизайна квартиры и прочее и понять, насколько он реализуем и как приблизительно будет выглядеть в меньшем масштабе.

В заключение хотелось бы сказать, что упустив время, когда необходимо начать внедрение 3D-технологий в образовании, вся страна может безвозвратно отстать от мировых тенденций. Западный мир уже сегодня достаточно активно применяет 3D-технологии в образовании, готовя будущих специалистов для инновационной экономики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная программа Российской Федерации «Развитие образования» на 2013–2020 годы, утвержденная постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. N 295 // Справочно-правовая система «Гарант»: [Электронный ресурс] / НПП «Гарант-Сервис».

2. Методические рекомендации по реализации адаптированных дополнительных общеобразовательных программ, способствующих социально-психологической реабилитации, профессиональному самоопределению детей с ограниченными возможностями здоровья, включая детей-инвалидов, с учетом их особых образовательных потребностей (письмо Министерства образования и науки Российской Федерации «О направлении методических рекомендаций» от 20 марта 2016 года N ВК-641/09) // Справочно-правовая система «Гарант»: [Электронный ресурс] / НПП «Гарант-Сервис».

3. Письмо Департамента дополнительного образования детей, воспитания и молодежной политики Министерства образования и науки Российской Федерации «О методических рекомендациях по организации отдыха и оздоровления детей (в части создания авторских программ работы педагогических кадров)» от 26.10.2012 N 09-260 // Справочно-правовая система «Гарант»: [Электронный ресурс] / НПП «Гарант-Сервис».

4. Письмо МОиН РФ от 29.04.2014 N 08-548 «О федеральном перечне учебников» // Справочно-правовая система «Гарант»: [Электронный ресурс] / НПП «Гарант-Сервис».

5. Приказ МОиН РФ от 05.09.2013 N 1047 «Об утверждении порядка формирования федерального перечня учебников, рекомендуемых к использованию...» // Справочно-правовая система «Гарант»: [Электронный ресурс] / НПП «Гарант-Сервис».

6. Приказ МОиН РФ от 31.03.2014 N 253 «Об утверждении федерального перечня учебников, рекомендуемых к использованию...» // Справочно-правовая система «Гарант»: [Электронный ресурс] / НПП «Гарант-Сервис».

7. Приказ Минобрнауки России от 8 июня 2015 г. N 576 «О внесении изменений в федеральный перечень учебников, рекомендуемых к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки

Российской Федерации от 31 марта 2014 г. N 253» // Справочно-правовая система «Гарант»: [Электронный ресурс] / НПП «Гарант-Сервис».

8. Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 мая 2015 г. N 996-р // Справочно-правовая система «Гарант»: [Электронный ресурс] / НПП «Гарант-Сервис».

9. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 г. N 599 «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки» // Справочно-правовая система «Гарант»: [Электронный ресурс] / НПП «Гарант-Сервис».

10. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ // Справочно-правовая система «Гарант»: [Электронный ресурс] / НПП «Гарант-Сервис».

11. Федеральная целевая программа развития образования на 2016–2020 годы, утвержденная постановлением Правительства РФ от 23 мая 2015 г. N 497 // Справочно-правовая система «Гарант»: [Электронный ресурс] / НПП «Гарант-Сервис».

12. Бирюков Б.В., Ивин А.А. Закон достаточного основания. Гуманитарная энциклопедия [Электронный ресурс] // Центр гуманитарных технологий, 2002–2018 (последняя редакция: 25.08.2018). URL: <https://gtmarket.ru/concepts/6975>.

13. Выготский Л.С. Мышление и речь // Хрестоматия по общей психологии. Психология мышления. М., 1981.

14. Валькман Ю.Р., Исмаилова Л.Р. О языке образного мышления // Диалог: сб. материалов международной конференции по компьютерной лингвистике. М., 2004.

15. Гальперин П.Я. Психология мышления и учение о поэтапном формировании умственных действий // Исследования мышления в советской психологии. М., 1966.

16. Ермак Е.А. Развитие пространственного мышления при изучении геометрии: учебное пособие. Псков, 2014.

17. Не всякий народ пройдет такое испытание временем [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gazeta.ru/social/2017/08/31/10868054.shtml>.

18. Платон. Филеб [Электронный ресурс] // Литмир: электронная библиотека. URL: <https://www.litmir.me/br/?b=608306&p=1>.

19. Шваб К. Четвертая промышленная революция. М.: Эксмо, 2016.

20. Юнг К.Г. Феномен одаренности // Psychologie und Erziehung. Rascher, 1946. Переиздание 1970. Перевод Т. Ребеко.

21. 3D-принтеры сегодня [Электронный ресурс]. URL: <http://3dtoday.ru/industry/s-pomoshchyu-3d-pechati-teoreticheskaya-fizika-standovitsya-naglyadnoy.html>.

Технологическая карта урока «Митоз» с применением технологии 3D-печати. Биология, 9 класс

Тип урока: формирование, совершенствование и применение знаний.

Форма урока: моделирование.

Дидактические этапы урока	Время (мин)	Деятельность учителя	Деятельность учащихся						Оборудование	Планируемые результаты	
			Познавательная		Коммуникативная		Регулятивная			Предметные	УУД
			Осуществляемые действия	Формируемые способы	Осуществляемые действия	Формируемые способы	Осуществляемые действия	Формируемые способы			
Организация урока. Целеполагание	2	Постановка цели: с помощью учебника и моделей познакомиться с важнейшим процессом на Земле	Знакомство с новым учителем. Запись темы урока	Запись Ф.И.О. учителя. Оформление тетради	Определяют личную готовность к уроку	Контроль принадлежности	Определяют цель	Высказывают в сформулированном виде: «Узнать что-то новое на уроке», «Познакомиться с новым учителем», «Продуктивно сотрудничать с одноклассниками и учителем»	Тема урока, запись на доске; тетрадь ученика	-	Умение определять индивидуальную цель урока

Введение новых знаний	Актуализация знаний
5	2
<p>Демонстрация процесса митоза при помощи 3D-моделей.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое митоз? 2. Интерфаза – это... 3. Характеристика стадий митоза (демонстрация 3D-моделей процесса митоза на различных его стадиях) 	<p>Вопрос: <i>Один из признаков живых организмов – размножение. Что такое размножение?</i></p>
Первичное знакомство с новой информацией	<p>Ответ: <i>Размножение – процесс воспроизводства себе подобных</i></p>
Устные ответы	Запись в тетрадь
Подготовка к совместной деятельности	Умение слушать, выражать свои мысли
Осознание значимости новой Информации для последующей деятельности	Устный ответ. Запись в тетради
Планирование результата для достижения цели, работать по плану	Контроль
Организуют деятельность за определенное время	Слушают, дополняют
3D-модель, напечатанная на 3D-принтере	Тетрадь ученика
Понятие митоза и его значения; интерфаза, фаз митоза	Термин «размножение»
Умение работать с новой информацией, выделять главное, сравнивать	Четко воспроизводить терминологию

Первичное закрепление знаний	
5	
Организация фронтальной беседы по вопросам, раздача 3D-моделей клеток на разных стадиях митоза	
Использование причинно-следственных связей для предъявления знаний. Запись в тетрадь: 1. Митоз – «нить», процесс деления соматических клеток. 2. Интерфаза – это фаза подготовки к делению: 1) самоудвоение ДНК; 2) синтез АТФ; 3) синтез белков, РНК, жиров, углеводов. 3. Фазы митоза: профаза, метафаза, анафаза, телофаза	
Устные ответы, запись базовых знаний в тетрадь	
Умение слушать, выражать свои мысли	
Устный ответ	
Коррекция	
Внесение дополнений и в ответы	
Таблица «Митоз», раздаточный материал в виде 3D-моделей клеток на разных стадиях митоза	
Закрепление базовых знаний	
Умение работать с таблицей	

Совершенствование знаний	8
<p>Организация работы с готовыми 3D-моделями. Вводит задание:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Расположите фазы митоза в естественном порядке. 2. Определите количество хромосом и расположите их в ядре. 3. Проведите процесс спирализации хромосом. 4. Расположите хромосомы на следующей стадии (метафазная пластинка). <p>Перенесите хромосомы на следующую стадию. Разъедините центромеры и хромосомы разведите к разным полюсам. Сколько хромосом у каждого полюса? А сколько у материнской клетки в начале деления? Перенесите хромосомы на последнюю стадию. Почему телофазу называют профазой наоборот? 1. Бывают ли ошибки митоза? К чему приводят? 2. У картофеля 48 хромосом. А если они не разойдутся? Полиплоидия!</p>	Конструируют модель каждой фазы
Способ создания конструкций	Взаимодействие в группе
Совместная деятельность	Оценка
Осознание, что усвоено, а что подлежит усвоению	Готовые 3D-модели
Осмысление новых знаний	Умение творчески воссозда-вать природный объект, процесс

Оценка урока. Рефлексия	Применение знаний	Формулирование выводов
1	9	2
– Я как учитель познакомил вас со значимым процессом – митозом – с помощью технологии 3D-печати. А вы достигли ли своих целей?	Организация работы с графическими программами и 3D-принтерами. Организация работы в группах по два ученика, раздача заданий	Беседа: 1. Митоз – это... 2. Соматические клетки – это... 3. Хромосомный набор соматических клеток – это... 4. Биологическое значение митоза...
Определение степени личного усвоения знаний	Применение знаний в новой ситуации	Обобщение опорных знаний
Самоанализ	Работа с компьютером и 3D-принтером	Устные ответы, запись базовых знаний в тетрадь
Общение	Создают модель клетки в той или иной стадии митоза (модель после изготовления забирают домой)	Выражают свои мысли в соответствии с целью
Диалог	Совместная деятельность	Совместная деятельность
Оценка	Оценка	Оценка
Осознание, что усвоено, а что подлежит усвоению	Осознание, что усвоено, а что подлежит усвоению	Осознание, что усвоено, а что подлежит усвоению
–	Компьютер, 3D-принтер	Запись схемы на доске: 2п – 2 клетки по 2п
Определение личного результата урока	Применение знаний для создания объемной модели	Обобщение опорных знаний
Умение анализировать свою деятельность по достижению цели	Использование современных технологий	Умение обобщать и делать выводы

Домашнее задание
1
Параграф учебника. Творческое задание: найти в литературе причины нарушений митоза и последствия этих «ошибок». Поясняет домашнее задание
Информация для домашней деятельности
Запись в дневники
Соотносят свою деятельность с деятельностью группы, класса
Выражают готовность к выполнению творческого задания (или неготовность к его выполнению)
Планирование деятельности
Определяют возможные источники информации
Дневник ученика
Расширение знаний по изученной теме
Развитие творческих способностей обучающихся

Отметим основные пункты и требования аспектов анализа урока:

1. Дидактическая задача урока (краткий оценочный анализ):
 - соответствие дидактической задачи урока отобранному содержанию;
 - результативность решения дидактической задачи.
2. Содержание урока. Соответствие основного содержания урока содержанию программы и учебника.
3. Методы и средства обучения:
 - соответствие приемов обучения и учения (методов обучения) решению триединой образовательной цели;
 - использование разнообразных приемов, методов и средств обучения, включая информационные (программные мультимедиа-средства на различных этапах урока: обучающие программы и презентации, электронные учебники, видеоролики, а также электронные образовательные ресурсы).
4. Формы обучения:
 - соответствие форм обучения (фронтальная, групповая, индивидуальная, коллективная) решению основной дидактической задачи урока;
 - целесообразность использования предложенных заданий.
5. Результативность урока. Достижение цели и решение основной дидактической задачи урока.
6. Практическая направленность урока:
 - практическая направленность вопросов, упражнений и задач, предлагаемых для выполнения школьникам;
 - организация и проведение лабораторных практикумов и экспериментов с виртуальными моделями, обработка результатов эксперимента.
7. Самостоятельная работа школьников как форма организации учебной деятельности:
 - уровень самостоятельности школьников при решении дидактической задачи урока;
 - характер самостоятельной учебной деятельности (репродуктивный, творческий);
 - взаимопомощь;
 - интерактивная составляющая и доля самостоятельной работы учащегося с ИКТ в зависимости от уровня технической оснащенности.
8. Формирование универсальных учебных действий на каждом этапе урока: личностных, познавательных, коммуникативных, регулятивных.
9. Формирование ИКТ-компетентности: применение ИКТ на уроке, уровень сформированности ИКТ-компетентности учащихся.
10. Структура урока. Соответствие структуры урока основной дидактической задаче.
11. Контрольно-оценочная деятельность:
 - использование современных способов оценивания и проверки знаний в условиях информационно-коммуникационных технологий;

- осуществление автоматического контроля: использование готовых тестов, создание собственных тестов;
- ведение электронных форм документации, в том числе электронного журнала и дневников обучающихся.

12. Педагогический стиль. Соблюдение норм педагогической этики

13. Гигиенические требования:

- температурный режим, проветривание класса, чередование видов деятельности, динамические паузы;
- соответствие санитарно-эпидемиологическим требованиям;
- соответствие требованиям к организации образовательного процесса с использованием ИКТ.

Приложение 2

Диагностика специальных способностей детей

Для диагностики выраженности у ребенка различных специальных способностей можно использовать опросник «Карта способностей». Предлагаемый тест разработан американскими учеными-психологами, специалистами в области детской психологии А. де Хааном и Г. Кафом, получил распространение в США. Опросник адресован родителям, а также педагогам и психологам. С его помощью они могут оценить способности детей.

Инструкция

Перед вами 80 утверждений, которые касаются особенностей поведения и деятельности ребенка. Внимательно изучите утверждения и оцените своего ребенка, пользуясь следующей шкалой:

2 – оцениваемое свойство развито хорошо, четко выражено, проявляется часто;

1 – свойство заметно выражено, но проявляется непостоянно;

0 – оцениваемое свойство выражено нечетко, проявляется редко.

Оценки ставьте в таблице ответов. Оценку по первому утверждению помещаем в клетку с цифрой 1, оценку по второму – с цифрой 2 и т.д. Если вы затрудняетесь дать оценку способностям ребенка, потому что у вас нет достаточных для этого сведений, оставьте соответствующую клетку пустой.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80

Утверждения

1. Ребенок склонен к логическим рассуждениям, способен оперировать не только конкретными, но и абстрактными понятиями.
2. Нестандартно мыслит и часто предлагает неожиданные, оригинальные решения.
3. Учится новым знаниям очень быстро, все схватывает на лету.
4. Оригинален в выборе сюжетов. В рисунках обычно изображает много разных предметов, людей, ситуаций. Избегает однообразия.
5. Проявляет большой интерес к музыкальным занятиям.
6. Любит сочинять (писать) рассказы или стихи.
7. Легко входит в роль какого-либо персонажа: человека, животного и др.
8. Интересуется механизмами и машинами.
9. Инициативен в общении со сверстниками.
10. Энергичен, производит впечатление ребенка, нуждающегося в большом объеме движений.
11. Проявляет большой интерес и исключительные способности к классификации предметов, устанавливая их принадлежность к какой-либо группе.
12. Не боится новых видов деятельности, новых идей, приемов, способов, действий.
13. Быстро запоминает услышанное и прочитанное без специального заучивания, не тратит много времени на то, что нужно запомнить.
14. Становится вдумчивым и очень серьезным, когда видит картину, слышит музыку, видит необычную скульптуру, красивую (художественно выполненную) вещь.
15. Чутко реагирует на характер и настроение музыки.
16. Может легко построить рассказ, начиная от завязки сюжета и кончая разрешением какого-либо конфликта.
17. Интересуется актерской игрой.
18. Может использовать различные детали конструктора, мелкие предметы (прищепки, катушки, шурупы, желуди и др.) для создания новых поделок, игрушек, приспособлений.
19. Сохраняет уверенность в окружении незнакомых людей.

20. Любит участвовать в спортивных играх и состязаниях.
21. Умеет хорошо излагать свои мысли, имеет большой словарный запас.
22. Изобретателен в использовании различных предметов для организации игры (устройство штаба, шалаша), может использовать мебель, предметы быта, природные материалы.
23. Знает много о таких событиях и проблемах, о которых его сверстники обычно не знают.
24. Способен составлять оригинальные композиции из цветов, рисунков, камней, марок, открыток и т.д.
25. Хорошо поет.
26. Рассказывая о чем-то, придерживается выбранного сюжета, не теряет основную мысль.
27. Меняет тональность голоса, интонацию, когда изображает другого человека.
28. Любит разбираться в причинах неисправности механизмов.
29. Легко общается с детьми и взрослыми.
30. Часто выигрывает в разных спортивных играх у сверстников.
31. Хорошо улавливает связь между одним событием и другим, между причиной и следствием.
32. Способен увлечься, уйти с головой в интересующее его занятие.
33. Обгоняет своих сверстников по знаниям, учебным умениям на год или на два.
34. Любит использовать какой-либо новый материал для изготовления игрушек, создания коллажей, рисунков.
35. В игру на музыкальном инструменте, в песню или танец вкладывает много энергии и чувства.
36. Придерживается только необходимых деталей в рассказах о событиях, все несущественное отбрасывает, оставляет главное, наиболее характерное.
37. Разыгрывая драматическую сцену, способен понять и изобразить переживания героев.
38. Любит рисовать чертежи и схемы (план комнаты, электропроводки; схему мотора, карты с указанием места тайника и др.).
39. Улавливает причины поступков других людей, мотивы их поведения. Хорошо понимает мимику и жесты.
40. Бегает быстрее своих сверстников.
41. Любит решать сложные задачи, требующие умственного усилия.
42. Способен предложить разные способы решения одной и той же проблемы.
43. Проявляет ярко выраженную, разностороннюю любознательность.
44. Охотно рисует, лепит, создает композиции, имеющие художественное назначение (украшения для дома, одежды и т.д.), в свободное время, без побуждения взрослых.

45. Любит музыкальные записи. Стремится пойти на концерт или туда, где можно слушать музыку.
46. Выбирает в своих рассказах такие слова, которые хорошо передают эмоциональное состояние героев, их переживания и чувства.
47. Склонен передавать чувства через мимику, жесты, движения.
48. Читает (любит, когда ему читают) рассказы о создании новых приборов, машин, механизмов.
49. Часто руководит играми и занятиями других детей.
50. Двигается легко, грациозно. Имеет хорошую координацию движений.
51. Наблюдателен, любит анализировать события и явления.
52. Способен не только предлагать новые идеи, но и претворять их в жизнь.
53. Читает энциклопедии, художественную литературу, опережая своих сверстников на год или два.
54. Обращается к рисунку или лепке для того, чтобы выразить свои чувства и настроение.
55. Быстро обучается игре на музыкальном инструменте.
56. Умеет передавать в рассказах такие детали, которые важны для понимания событий (что обычно не умеют делать его сверстники), и в то же время не упускает основной линии событий, о которых рассказывает.
57. Стремится вызывать эмоциональные реакции у других людей, когда о чем-то с увлечением рассказывает.
58. С удовольствием слушает или сам читает детскую популярную литературу, посвященную техническим изобретениям, знает фамилии известных изобретателей.
59. Склонен брать на себя ответственность, выходящую за рамки его возраста.
60. Любит ходить в походы, играть на открытых спортивных площадках.
61. Способен долго удерживать в памяти символы, буквы, слова.
62. Любит пробовать новые способы решения повседневных жизненных задач, не любит уже испытанные варианты.
63. Умеет делать выводы и обобщения.
64. Любит создавать объемные изображения, работать с глиной, пластилином, бумагой и клеем.
65. В пении и музыке стремится выразить свои чувства и настроение.
66. Склонен фантазировать, старается добавить что-то новое и необычное, когда рассказывает о чем-то уже знакомом и известном всем.
67. С большой легкостью передает чувства и эмоциональные переживания.
68. Любит собирать из деталей конструктора самолеты, автомобили, корабли и т.д., может придумывать свои оригинальные модели.

69. Другие дети предпочитают выбирать его в качестве партнера по играм и занятиям.

70. Предпочитает проводить свободное время, играя в подвижные игры (хоккей, баскетбол, футбол и т.д.).

71. Имеет широкий круг интересов, задает много вопросов о происхождении и назначении предметов.

72. Продуктивен, чем бы ни занимался (рисование, придумывание историй, конструирование и др.), способен предложить большое количество самых разных идей и решений.

73. В свободное время любит читать научно-популярные издания (детские энциклопедии и справочники), читает их с большим интересом, чем художественные книги (сказки, детективы и др.).

74. Может дать свою собственную оценку произведениям искусства, пытается воспроизвести то, что ему понравилось, в собственном рисунке или поделке.

75. Сочиняет собственные оригинальные мелодии.

76. Умеет в рассказе изобразить своих героев очень живыми, передает их характер, чувства, настроения.

77. Любит игры-драматизации.

78. Быстро и легко осваивает компьютер.

79. Обладает даром убеждения, способен внушать свои идеи другим.

80. Физически выносливее сверстников.

Обработка и интерпретация результатов

Сосчитайте количество баллов по вертикали и результат запишите под каждым столбиком. Получим десять областей одаренности ребенка.

1. Интеллектуальные, познавательные способности.
2. Творческие, креативные способности.
3. Академические, учебные способности.
4. Способности к художественному творчеству.
5. Музыкальные, вокальные и исполнительские способности.
6. Литературные способности.
7. Артистические способности.
8. Технические, конструкторские способности.
9. Лидерские, коммуникативные способности.
10. Спортивные, физические способности.

Оценка степени выраженности имеет 4 уровня:

0–4 балла – низкий уровень, способности не выражены;

5–8 баллов – средний уровень, способности выражены слабо;

9–12 баллов – уровень выше среднего, выраженные способности;

13–16 баллов – высокий уровень, ярко выраженные способности.

Тест интересов и склонностей

Инструкция: для выполнения задания каждому перечисленному ниже действию дайте две оценки: А – насколько хорошо вы умеете его выполнять; Б – насколько вы бы хотели иметь его в качестве ежедневных профессиональных обязанностей.

Оценки давать согласно следующим шкалам:

Оценка А

- 5 – получается очень хорошо;
- 4 – получается хорошо;
- 3 – получается средне;
- 2 – получается плохо;
- 1 – получается очень плохо.

Оценка Б

- 5 – очень нравится;
- 4 – нравится;
- 3 – отношусь безразлично;
- 2 – не нравится;
- 1 – очень не нравится.

Номер выбранного вами ответа в цифрах от 1 до 5 необходимо записать в соответствующую графу бланка ответов. Отвечайте по возможности быстро, вспоминая свой опыт выполнения подобных действий. Если вам никогда не приходилось заниматься такими действиями, то вместо ответа поставьте прочерк.

1. Выращивать дома, на даче или в оранжерее цветы, деревья, другие растения.
2. Выполнять лабораторные работы по физике, проводить физические опыты в школе и дома.
3. Спокойно и терпеливо объяснять что-либо другим людям, даже если приходится повторять сказанное несколько раз.
4. Делать вырезки из текстов, выписки из книг и статей, подбирая их по определенной тематике.
5. Сочинять стихи, рассказы, заметки, писать сочинения на свободную тему.
6. Определять по внешнему виду различные виды животных, насекомых, растений, знать их названия.

7. Решать различные головоломки, разбираться в их устройстве.
8. Ухаживать за больными людьми, причем не только за членами своей семьи.
9. Составлять конспекты, планы различных видов работ.
10. Создавать различные произведения изобразительного искусства (рисовать красками и карандашом, лепить).
11. Выращивать дома или в зоологическом кружке какое-нибудь животное. Следить за его состоянием, ухаживать за ним.
12. Ремонтировать различные механизмы: механические, электрические, электронные.
13. Внимательно, не перебивая, выслушивать людей.
14. Находить ошибки в письменных работах по родному языку, литературе.
15. Разбираться в том, какие мысли и чувства хотел выразить автор в различных произведениях искусства: картинах, фильмах, романах, пьесах.
16. Наблюдать за животными, насекомыми, изучать их повадки.
17. Искать и находить наиболее рациональный способ решения технической или любой практической задачи.
18. Заниматься с детьми младшего возраста: играть с ними, рассказывать интересные истории, учить чему-нибудь.
19. Запоминать различные формулы, законы, условные обозначения.
20. Играть на музыкальных инструментах, исполнять песни или музыкальные номера.
21. Читать книги о животных, растениях, насекомых, находить в них интересные факты и события.
22. Конструировать и собирать модели различных механизмов и машин.
23. Убеждать других людей в своей правоте, улаживать ссоры, споры между сверстниками.
24. Строить графики, составлять таблицы, рисовать карты.
25. Придумывать новые, оригинальные варианты моделей одежды, причесок, украшений интерьера.

Обработка:

1. Суммировать все значения в каждой из десяти строк таблицы. В результате в столбце «Сумма баллов» должно получиться десять значений.
2. Сложить полученные значения попарно, разделить на 5, округлить результаты до целого числа и записать их по порядку в строку «Индивидуальный профиль» таким образом, чтобы результат из строчек с цифрой 1 попал под букву П, из строчки 2 – под букву Т и т.д.

Бланк ответов

Оценка интересов и склонностей										Сумма баллов	
1а		6а		11а		16а		21а			
1б		6б		11б		16б		21б			
2а		7а		12а		17а		22а			
2б		7б		12б		17б		22б			
3а		8а		13а		18а		23а			
3б		8б		13б		18б		23б			
4а		9а		14а		19а		24а			
4б		9б		14б		19б		24б			
5а		10а		15а		20а		25а			
5б		10б		15б		20б		25б			
П		Т		Ч		З		Х		Индивидуальный профиль	

Интерпретация:

П – склонность к деятельности, связанной с растениеводством, животным миром и лесным хозяйством.

Т – склонность к деятельности, связанной с техникой, механическим, электрическим, электронным оборудованием.

Ч – склонность к деятельности, связанной с общением, коммуникацией, обслуживанием людей.

З – склонность к деятельности, связанной с подсчетами, цифровыми и буквенными знаками, компьютерными технологиями; музыкальные специальности.

Х – склонность к художественному творчеству, вокалу, занятиям танцевальным, поэтическим, артистическим искусством.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Нормативно-правовая база.....	5
Концепция развития 3D-мышления (общий взгляд на проблему и возможные пути ее решения).....	7
Диагностика склонности к 3D-мышлению у детей	19
Формирование 3D-мышления на дошкольном уровне.....	23
Формирование 3D-мышления на общеобразовательном уровне	26
Формирование 3D-мышления в учреждениях СПО	36
Литература	39
Приложения	41

Учебное издание

Домникова Светлана Валентиновна, **Кукушкин** Михаил Александрович,
Домников Александр Сергеевич, **Феллер** Виктор Валентинович,
Матвеева Зинаида Петровна,

ФОРМИРОВАНИЕ 3D-МЫШЛЕНИЯ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Учебно-методическое пособие

Редактор *М.В. Благушина*
Оригинал-макет подготовила *Т.Г. Петровец*

Подписано в печать 06.11.2018. Печать Riso. Бумага IQ allround.
Гарнитура Times New Roman. Формат 60x84/16.
Усл. печ. л. 3,25 (3,5). Усл. изд. л. 3,4. Тираж 100. Заказ № 414.

Отпечатано в типографии
ГАУ ДПО «СОИРО»
410031, г. Саратов, ул. Б. Горная, 1