

Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение Самарской области
гимназия имени Заслуженного учителя Российской Федерации Сергея Васильевича Байменова
города Похвистнево городского округа Похвистнево Самарской области
Структурное подразделение Центр детского творчества «Пируэт»

Рассмотрена
Протокол МС № 01
От «19» 08 2019 г.
Методист по УВР
А.Н. Дервянова
«19» августа 2019 г.

Утверждаю
Директор ГБОУ гимназии
им. С.В. Байменова города Похвистнево
Т. Б. Вагизова
Приказ № 294
от «22» августа 2019 г.



**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
технической направленности**

«ART- СТУДИЯ»

Возраст обучающихся: 12-18 лет

Срок реализации: 1 год

Разработчик: Козлова Ольга Владимировна
Педагог дополнительного образования I категории

г. Похвистнево, 2019

Пояснительная записка

Программа дополнительного образования «ArtСтудия» направлена на обучение воспитанников самостоятельному конструированию и моделированию образа, нахождению выразительных средств для его передачи. Программа предполагает такие формы обучения, которые способны вызвать заинтересованность, зародить в его душе стремление к познанию, направить активность на анализ учебного материала, активизировать его пытливый ум.

В последние годы существенно расширилось применение компьютеров в самых разнообразных сферах деятельности, как на предприятиях, так и в повседневной жизни. Благодаря мультфильмам, рекламе и видеоиграм о графических применениях информатики понемногу узнает и широкая публика.

При проектировании и изготовлении различных изделий с помощью компьютера между человеком и компьютером устанавливается диалог, который должен быть как можно более простым с точки зрения конечного пользователя.

В нашей школе уже постепенно налаживается такой диалог между детьми и компьютером при изготовлении объемных моделей на станках с ЧПУ. В рамках окружной опорной образовательной площадки по «3D-моделированию в среде ArtCamforEducation» разработана программа по изучению приемов работы с 3D моделями.

Разработка рабочей программы «ArtСтудия» обусловлена:

1. Нормативно-правовой базой:

Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации»
№ 273 от 29.12.2012г.

«Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по основным образовательным программам – образовательным программам дошкольного образования» принятым приказом № 1014 от 30.08.2013г. Министерством образования и науки Российской Федерации

Приказ министерства образования и науки Российской Федерации от 17 октября 2013г. « Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта дошкольного образования».

2. Социальном заказом родителей;

3. Желанием самих детей.

Программа «ArtСтудия», предназначена для работы с детьми в системе дополнительного образования. Рассчитана на 3 года обучения, в количестве 306 часов непосредственно образовательной деятельности (НОД) с режимом проведения 3 раза в неделю с сентября по май включительно, во 2 половину дня.

Цели программы:

- обеспечение понимания сущности современных материальных, информационных и гуманитарных технологий и перспектив их развития;
- формирование технологической культуры и проектно-технологического мышления;
- формирование информационной основы и персонального опыта, необходимых для определения обучающимся направлений своего дальнейшего образования в контексте построения жизненных планов, в первую очередь, касающихся сферы и содержания будущей профессиональной деятельности.

Программа также направлена на решение **следующих задач**:

- формирование у обучающихся способности к инновационной творческой деятельности в процессе решения прикладных задач;
- активное использование обучающимися знаний, полученных при изучении других учебных предметов, и сформированных универсальных учебных действий;
- совершенствование умений обучающихся выполнять учебно-исследовательскую и проектную деятельность;
- формирование представлений о социальных и этических аспектах научно-технического прогресса;
- формирование способности придавать экологическую направленность проектно-технологической деятельности.

Формы работы:

- индивидуальный;
- групповой.

Основные методы работы:

Доминирующие методы, используемые во всех формах учебно-воспитательного процесса:

- 1) кейс-метод (метод конкретных ситуаций) - техника обучения, использующая описание реальных экономических, социальных и бизнес-ситуаций;
- 2) ТРИЗ (теория решения изобретательских задач) - методология, применяющаяся для решения творческих задач на основе логики, а не интуиции и перебора;
- 3) scrum - метод организации командного подхода для решения проблемных задач.

Технопарк в своей деятельности руководствуется следующими принципами:

- 1) принцип развивающего образования через организацию деятельности каждого ребенка в зоне его ближайшего развития;
- 2) принципы научной обоснованности и практической применимости полученных знаний за счет применения кейс-метода;
- 3) принцип дифференциации и индивидуализации воспитания и обучения, обеспечивающий развитие ребенка в соответствии с его склонностями, интересами и возможностями;
- 4) принцип интеграции образовательных областей за счет решения школьниками надпредметных задач, в проектные группы обучающихся нескольких объединений;
- 5) принцип преемственности, требующий не только овладения детьми объемом знаний, но формирование качеств, необходимых для самостоятельного овладения учебной деятельностью - креативного и критического мышления, исследовательских навыков и способностей, мотивации к проектной и исследовательской деятельности и др.;
- 6) принципы гуманизации, подразумевающий признание уникальности и неповторимости личности ребенка, признание неограниченных возможностей развития личного потенциала ребенка, уважение к личности ребенка со стороны всех участников образовательного процесса, уважительное отношение к результатам детского творчества.

Организационной формой реализации модели является проектная и исследовательская деятельность детей. При выполнении творческих проектов и исследовательских работ в лабораториях Технопарка школьниками изучают предметы естественнонаучного цикла по соответствующим темам, изучаемым в школьном курсе.

Формы контроля:

- устный опрос;
- мини-выставки;
- наблюдение в ходе занятия;
- участие в конкурсах, выставках.

Ожидаемые результаты

В результате обучения воспитанник должен знать:

- название и назначение инструментов и приспособлений ручного труда;
- название и назначение материалов, их элементарные свойства, использование, применение и доступные способы обработки;
- правила безопасности труда и личной гигиены при работе с различными материалами;
- виды различных техник работы при изготовлении того или иного изделия;
- сведения о сувенирных и подарочных изделиях;
- приемы и техники соединения различных деталей;

должен уметь:

- правильно организовать свое рабочее место;
- пользоваться инструментами ручного труда, применяя приобретенные навыки на практике;
- моделировать и изготавливать различные виды изделия;
- работать с различными материалами (дерево, пластик, оргстекло .т.д.);

- сочетать различные материалы и техники в одной работе;
- выполнять работы самостоятельно согласно технологии, применяя полученные знания и умения;
- уметь работать в коллективе, оказывать помощь, проявлять самостоятельность;
- оценивать качество своей работы.

Программа рассчитана на 102 часа.

Продолжительность занятий исчисляется в академических часах – 40 минут, между занятиями установлены 10-минутные перемены. Недельная нагрузка на одну группу: 3 часа. Занятия проводятся 2 раза в неделю.

По окончании учебного года, с целью представления результатов работы, в творческих объединениях проводятся публичная защита ученических проектов.

Дополнительная общеразвивающая программа

«3D моделирование»

направленность: **техническая**

возраст детей: **12-18 лет**

Актуальность программы. Развитие технического творчества учащихся рассматривается сегодня как одно из приоритетных направлений в педагогике. Актуальность выбранного направления обусловлена современными тенденциями технического развития молодежи нашей страны, повышением роли инженерной подготовки во всех сферах деятельности. Современный этап развития общества характеризуется ускоренными темпами освоения новых технологий. Непрерывно требуются новые идеи для создания конкурентоспособной продукции, подготовки высококвалифицированных кадров. Актуальной является задача поиска подходов, методик, технологий для реализации потенциалов и выявления талантливых начинающих инженеров.

Современные технологии – одно из важнейших направлений научно-технического прогресса, которое позволяет обслуживать другие технические и инженерные области. Стремительное развитие фрезерных станков вызвано принципиально новыми требованиями рынка к показателям качества и точности технологических машин, движущихся систем и маркировок различных видов и назначения.

Дополнительное образование оказывает помощь учреждениям высшего образования в подготовке специалистов, умеющих изучать, проектировать и изготавливать объекты техники, работать со сложным оборудованием, станками и соответствующим программным обеспечением.

Стремительно развивается Самарская область, создаются и расширяются производственные объекты, нуждающиеся в высококвалифицированных кадрах. С целью подготовки учащихся, владеющих знаниями и умениями современной технологии, повышения уровня кадрового потенциала в соответствии с современными запросами инновационной экономики, разработана и реализуется данная дополнительная общеразвивающая программа.

В ряде ВУЗов г. Самара присутствуют специальности, связанные с различными областями технических знаний, где могут применяться лазерные технологии, но в большинстве случаев не происходит предварительной ориентации школьников на возможность продолжения учебы в данном направлении. Многие абитуриенты стремятся попасть на специальности, связанные с инженерией, не предполагая обо всех возможностях этой области. Заполнить пробел между детскими увлечениями и серьезной ВУЗовской подготовкой позволяет изучение различных технологий и освоение станков с ЧПУ в системе дополнительного образования на основе специальных образовательных конструкторов.

Новизна программы заключается в изменении подхода к обучению обучающихся, а именно – внедрению в образовательный процесс исследовательской и изобретательской деятельности, организации коллективных проектных работ, выполнении практических работ со станками и с оборудованием разной сложности: фрезерные и токарные станки ЧПУ, сверлильные станки, паяльные станции, 3D принтеры.

Реализация программы позволит сформировать современную практико-ориентированную высокотехнологичную образовательную среду, позволяющей эффективно реализовывать проектно-конструкторскую и экспериментально-исследовательскую деятельность обучающихся в разновозрастных проектных командах, получать новые образовательные результаты и инновационные продукты.

Педагогическая целесообразность.

Программа составлена таким образом, чтобы обучающиеся могли овладеть всем комплексом знаний по организации исследовательской изобретательской деятельности, выполнении проектной работы, познакомиться с требованиями, предъявляемыми к оформлению и публичному представлению результатов своего труда, а также приобрести практические навыки работы со сложным оборудованием.

В процессе создания векторных и растровых изображений, проектирования моделей устройств, корпусов, макетов зданий и т.п. учащиеся получают дополнительные знания в области физики, механики и информатики, что, в конечном итоге, изменит картину восприятия обучающимися технических дисциплин, переводя их из разряда умозрительных в разряд прикладных.

Возможность самостоятельной разработки и конструирования моделей и прототипов для обучающихся в современном мире является очень мощным стимулом к познанию нового и формированию стремления к самостоятельному созиданию, способствует развитию уверенности в своих силах и расширению горизонтов познания.

Практическая значимость. Учащиеся проектной траектории «3D моделирования» научатся настраивать станки, работать с сопутствующим аппаратно-программным обеспечением, освоют передовые технологии в области прототипирования, получают практические навыки их применения, научатся понимать принципы работы, возможности и ограничения технических устройств и материалов, предназначенных для работы с фрезерными установками.

Содержание данной программы построено таким образом, что обучающиеся под руководством педагога смогут не только создавать конструкции и прототипы, следуя предлагаемым пошаговым инструкциям, но и, проводя исследования, узнавать новое об окружающем их мире. А также сотрудничать с другими «квантумами», помогая решать задачи прототипирования и создания корпусов и макетов для различных плат и устройств. Полученное знание служит при этом и доказательством истинности (или ложности) выдвинутых юными изобретателями тех или иных теоретических предположений, поскольку именно в ходе творчества они подтверждаются или опровергаются практикой.

Отличительной особенностью от других программ является использование в образовательном процессе промышленных средств фрезеровки и гравировки. В результате освоения программы обучающиеся освоют практические навыки передовых технологий их применения, научатся понимать принципы работы, возможности и ограничения различных технических устройств, развитие лидерских качеств и аналитического мышления.

Ведущие теоретические идеи. Ведущая идея данной программы — создание современной практико-ориентированной высокотехнологичной образовательной среды, позволяющей эффективно реализовывать проектно-конструкторскую и экспериментально-исследовательскую деятельность обучающихся в разновозрастных проектных командах, получать новые образовательные результаты и инновационные продукты.

Изучение 3D моделирования, позволит освоить базовые конструкции (корпусы); механизированные конструкции; комбинации различных решений совместно с робототехническими системами и микросхемами, изготовление деталей с применением различных технологий обработки материалов (фрезер, 3D печать, литье формы); освоение различных видов сборок.

Изучение возможностей гравировки позволит освоить систему маркировки деревянных, металлических, пластиковых и стеклянных поверхностей, нанесение на них штрих-кодов и QR-кодов (что может быть использовано в робоквантуме, V/R, аэроквантуме и многих других).

Ключевые понятия

ЧПУ - Числовое программное управление (computer numerical control) -компьютеризованная система управления, управляющая приводами технологического оборудования, включая станочную оснастку. Оборудование с ЧПУ может быть представлено:

- станочным парком, например, станками (станки, оборудованные числовым программным управлением, называются станками с ЧПУ) для обработки металлов (например, фрезерные или токарные), дерева, пластмасс;
- приводами асинхронных электродвигателей, использующих векторное управление;
- характерной системой управления современными промышленными роботами. Периферийные

устройства, например: 3D-принтер, 3D-сканер. Лазерный станок.

Фрезерный станок - группа металлорежущих и деревообрабатывающих станков в классификации по виду обработки. Фрезерные станки предназначены для обработки с помощью фрезы плоских и фасонных поверхностей, зубчатых колес и т. п. металлических и других заготовок. При этом фреза, закрепленная в шпинделе фрезерного станка, совершает вращательное (главное) движение, а заготовка, закрепленная на столе, совершает движение подачи прямолинейное или криволинейное (иногда осуществляется одновременно вращающимся инструментом). Управление может быть ручным, автоматизированным или осуществляться с помощью системы ЧПУ.

Вспомогательные движения необходимы в станке для подготовки процесса резания. К вспомогательным движениям относятся движения, связанные с настройкой и наладкой станка, его управлением, закреплением и освобождением детали и инструмента, подводом инструмента к обрабатываемым поверхностям и его отводом; движения приборов для автоматического контроля размеров и т.д. Вспомогательные движения можно выполнять на станках как автоматически, так и вручную. На станках-автоматах все вспомогательные движения в определенной последовательности выполняются автоматически.

3D принтер — это периферийное устройство, использующее метод послойного создания физического объекта по цифровой 3D-модели.

Цель дополнительной общеразвивающей программы: возрождение престижа инженерных и научных профессий, подготовка кадрового резерва для глобального технологического лидерства России. Мотивация, подготовки и профессиональной ориентации школьников для возможного продолжения учебы в ВУЗах и последующей работы на предприятиях. Создание современной практико-ориентированной высокотехнологичной образовательной среды, позволяющей эффективно реализовывать проектно-конструкторскую и экспериментально-исследовательскую деятельность обучающихся в разновозрастных проектных командах, получать новые образовательные результаты и инновационные продукты.

Задачи дополнительной общеразвивающей программы:

■ **Образовательные:**

- дать представления о последних достижениях в области инженерных наук, организация на их основе активной внеурочной деятельности обучающихся;
- предоставить возможность расширения межпредметных связей с физикой, информатикой и математикой у учащихся;
- научить учащихся решать ряд проектировочных задач, результатом каждой из которых будет прототип реального работающий механизма, корпус для электронного устройства, ландшафтный макет.

■ **Развивающие:**

- способствовать развитию у школьников инженерного мышления, навыков конструирования, программирования, создания векторных и 3D объектов;
- предоставить возможность развития мелкой моторики, внимательности, аккуратности и изобретательности;
- развить креативное мышления и пространственное воображение учащихся.

■ **Воспитательные:**

- повысить мотивацию учащихся к изобретательству и созданию собственных проектов, моделей и прототипов;
- формировать у учащихся настойчивость в достижении цели, стремление к получению качественного законченного результата;
- поддержать умение работы в команде;
- способствовать развитию навыков проектного мышления.

Материально-технические условия.

Кабинет, соответствующий санитарным нормам СанПин. Пространственно-предметная среда (стенды, наглядные пособия). Материально-технические: проектор, станки, ноутбуки, программное обеспечение, рабочие столы с набором ручных инструментов. Видеоуроки. Архив видео и фотоматериалов. Методические разработки занятий, УМК к программе.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН

1 ГОД ОБУЧЕНИЯ

№ п/п	Название разделов программы	Теория	Практика	Самостоятельная подготовка	Общее кол-во часов
УЧЕБНЫЙ ПЕРИОД					
1 модуль					
1.	Знакомство с программой ArtCam for Education. Создание рельефа по цвету.	1	1	2	4
2.	Построение объема по векторам из растровых изображений	1	5	2	8
3.	Импорт моделей из рисунка. Основы построения векторов. Кривые Безье. Работа с точками. Создание рельефов по векторам.	2	4	2	8
4.	Обобщение полученных знаний. Совместный крупный проект с использованием 3D печати и гравировки – макет нтп-«Фабрика будущего».	1	4	2	7
5.	Индивидуальные проекты	1	4	4	9
Всего:		6	18	12	36
2 модуль					
1.	Освоение 3D моделирования (в Inventor Pro). Создание интерактивных 3D моделей для нанесения лазерной гравировки.	4	12	4	20
2.	Обобщение полученных знаний. Совместный крупный проект с использованием 3D печати и гравировки – макет нтп-«Фабрика будущего».	1	4	2	7
3.	Индивидуальные проекты	1	4	4	9
Всего:		6	20	10	36
3 модуль					
1.	Совместная проектировка (в CorelDraw и Inventor Pro) корпуса для эксплуатации, переноски и хранения радиоустройства, установки, микросхемы (готового устройства) и т.п. с выводами для приборной панели, питания, портов ввода-вывода, либо создание блок-секций для серии устройств.	2	6	2	10

2.	Обобщение полученных знаний. Совместный крупный проект с использованием 3D печати и гравировки – макет нтп-«Фабрика будущего».	1	4	2	7
3.	Индивидуальные проекты	1	4	4	9
Всего:		4	14	8	36
ИТОГО ЗА УЧЕБНЫЙ ГОД		16	58	28	108

Содержание программы

Тема	Кол-во часов	Краткое содержание
Методики формирования идей	2	Преподаватель разбивает детей по группам, состоящим из двух человек. Каждая группа выбирает два условия из будущего - в социальной сфере и в сфере развития технологий. Опираясь на эти условия надо создать карту ассоциаций (mind map). Причем, в каждом последующем внешнем круге ассоциации к словам из предыдущего круга. Таким образом появляется многоуровневый набор ассоциаций. На основе одной или нескольких ассоциаций из этой карты формируется идея нового продукта, помогающего существовать человеку в заданных в начале проекта условиях. Далее идея проверяется с помощью четырех сценариев развития в будущем (future forecast). Далее идея пропускается через "линзу" возможности реализации, "линзу" технологий и экономики, "линзу" экологии и социально-политическую "линзу". В итоге формируется идея нового продукта. В конце каждая группа выступает с презентацией своей идеи. (Д/з на следующее занятие принести ненужные предметы, из которых можно сделать макет предмета)
Групповой креатив	2	Создание объекта, придуманного на прошлом занятии, выполненного по существующим технологиям, собранного из ненужных предметов настоящего. Объекты можно упаковать и сделать ценник, как для продажи в магазине. Презентация проектов по группам.
Скетчинг	2	Перспектива, линия, композиция
Скетчинг	2	Светотень, штриховка, техника работы маркером
Скетчинг	2	Техника работы маркером, передача различных материалов
Установочное занятие	2	Наставник демонстрирует ученикам карту пользовательского опыта, как метод генерирования идей. Совместно с учениками выявляют проблемы, с которыми можно столкнуться в повседневной жизни, генерируют идеи для решения этих проблем.
Аналитика	2	Используя метод проектирования карты пользовательского опыта ребенок составляет карту проживания одного своего дня. Дальше описывается одна из проблем, возникающих у ребенка в течение дня. Карта оформляется в виде инфографики.

Формирование идей	2	Проводится анализ и оценка существующих решений этой проблемы. Предлагаются собственные идеи решения. Анализ оформляется в виде инфографики.
Формирование идей	2	Идеи формируются в виде описания и эскизов. Презентация и выбор идеи для дальнейшего развития.
Формирование идей	2	Составление плана работы над проектом. Детальная разработка выбранной идеи. Выработка схемы функционирования объекта, материалов и стилистики.
Формирование идей	2	Детальная разработка выбранной идеи. Выработка схемы функционирования объекта, материалов и стилистики. Презентация проектов, обсуждение эскизов и решений.
Создание прототипа	2	Макетирование из бумаги и картона. Задача создать макет, передающий идею проекта.
Создание прототипа	2	Макетирование из бумаги и картона. Задача создать макет, передающий идею проекта.
Испытание прототипа	2	Создание ситуаций, описанных на первом занятии, с применением прототипа, решающего задачу. Испытание прототипа. Составление карты пользовательского опыта. Формирование списка доработок и изменений объекта.
Испытание прототипа	2	Доработка дизайна объекта в эскизах и макетах.
Создание 3d-модели	2	Освоение навыков работы в трехмерном пакете проектирования (Rhino, Autodesk Fusion360). Знакомство с принципами моделирования.
Создание 3d-модели	2	Освоение навыков работы в трехмерном пакете проектирования (Rhino, Autodesk Fusion360). Знакомство с принципами моделирования.
Создание 3d-модели	2	Освоение навыков работы в трехмерном пакете проектирования (Rhino, Autodesk Fusion360). Знакомство с принципами моделирования. Обмеры прототипа. Начало построения трехмерной модели.
Создание 3d-модели	2	3d-моделирование
Рендер. Презентация	2	Подготовка 3d-модели к фотореалистичной визуализации. Рендер (KeyShot, Autodesk Vred).
Прототипирование	2	Подготовка 3d-модели к прототипированию. Прототипирование на 3d-принтере.
Прототипирование		Прототипирование на 3d-принтере.
Прототипирование	2	Испытание прототипа. Внесение изменений в 3d-модель, прототипирование на 3d-принтере.
Доводка	2	Выведение поверхности деталей, подгонка, шпаклевка, грунтовка
Доводка	2	Выведение поверхности деталей, подгонка, шпаклевка, грунтовка
Покраска	2	Покраска
Покраска	2	Покраска, сушка
Сборка. Презентация	2	Сборка. Испытание прототипа.

Оформление проектов и подготовка к выставке	2	Составление плана презентации проекта. Подготовка графических материалов для презентации проекта (фото, видео, инфографика). Adobe Creative Cloud.
Оформление проектов и подготовка к выставке	2	Подготовка графических материалов для презентации проекта (фото, видео, инфографика). Adobe Creative Cloud.
Оформление проектов и подготовка к выставке	2	Верстка презентации. Освоение навыков верстки презентации при помощи Readymag.
Оформление проектов и подготовка к выставке	2	Верстка презентации. На этом этапе преподаватель делится опытом оформления проектов и структурирования презентации. Отрабатываются навыки публичного выступления.
Выставка проектов	2	Представление проектов перед ребятами из других квантов. Публичная презентация и защита проектов.

Материально-техническое обеспечение

Фрезерно-гравировальный станок

3D принтер

ArtCam for Education

Программа: CorelDraw

Программа: LaserCut

Программа: MaxiGraf

Программа: Inventor Pro

Программа: Poligon

Ноутбук, закрепленный за каждым станком с установленным ПО

Ноутбуки для работу

Список литературы

Для педагога дополнительного образования:

1. Вейко В.П., Петров А.А. Опорный конспект лекций по курсу «Лазерные технологии». Раздел: Введение в лазерные технологии. - СПб: СПбГУ ИТМО, 2009-143 с.
2. Вейко В.П., Метев С.М. Лазерные технологии в микроэлектронике. София: Изд-во Болгарской АН, 1991.
3. Вейко В.П. Лазерные микро -и нанотехнологии в микроэлектронике - Санкт-Петербург: СПбГУ ИТМО, 2011.141 с.
4. В.П. Вейко, Е.А. Шахно, Е.Б. Яковлев, «Эффективное время термического воздействия сверхкоротких лазерных импульсов на диэлектрики», Квант. электрон., 444 (2014), 322-324.
5. Гоголева Н.Г. Применение лазеров в науке технике медицине. Спб.: Издательство СпбГЭТУ «ЛЭТИ», 2007.-80 с.
6. Серебряков В.А. Опорный конспект лекций по курсу «Лазерные технологии в медицине» СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009. - 226 с.
7. Делоне И.Б. Взаимодействие лазерного излучения с веществом: курс лекций. -М.: Наука, 1980. -280с.
8. Шахно Е.А. Физические основы применения лазеров в медицине. -СПб: НИУ ИТМО, 2012. -129 с.
9. Шереметьев А.Г. Волоконно-оптический гироскоп. - М.: Радио и связь, 1987.
10. И.А. Андропова, Г.Б. Малыкин Физические проблемы волоконной гироскопии на эффекте Саньяка // УФН.-2002.—Т. 172. —№ 8. —С. 849-873.
11. Р. Кольер, К. Беркхард, Л. Лин «Оптическая голография» Изд. «Мир», Москва, 1973, 450 с.
12. В.П. Жаров, В.С. Летохов Лазерная оптико-акустическая спектроскопия. М.: Наука, 1984. 320 с; Демтредер В. Лазерная спектроскопия. -М.: Наука, 1985. - 608 с.