

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ

РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН

«РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ЦЕНТР ОБРАЗОВАНИЯ»

Согласовано

Заместитель директора

 Магомедов М.Р.

от « 02 » сентября 2024 г

Утверждаю

Директор ГБОУ «РЦО»

 Байрамбекова А. Б.

от « 02 » сентября 2024 г



ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ
«ХАЙТЕК - КВАНТУМ»

Уровень программы: базовый

Возрастная категория учащихся: 10-17 лет

Срок реализации программы: 4,5 мес., 72 часа

Тип программы: модифицированная.

Направленность программы: Техническая

Автор-составитель: Шабанов И.И.

г. Каспийск

2024 год

Оглавление

I. ЦЕЛЕВОЙ РАЗДЕЛ.....	3
1.1. Пояснительная записка.....	3
1.1.1. Направленность программы.....	4
1.1.2. Актуальность программы.....	4
1.1.3. Педагогическая целесообразность.....	4
1.1.4. Цель программы.....	5
1.1.5. Задачи программы.....	5
1.1.6. Возраст обучающихся и сроки реализации.....	6
1.2. Структура образовательного процесса.....	6
1.2.1. Методы обучения.....	6
1.2.2. Планируемые результаты освоения программы.....	8
1.2.3. Формы подведения итогов реализации программы.....	9
1.2.4. Оценочные критерии и материалы.....	10
II. СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	10
2.1. Тематическое содержание программы.....	10
2.2. Содержание программы.....	12
III ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ.....	13
3.1. Учебно-тематический план.....	13
3.2. Формы проведения занятий.....	16
3.3. Ресурсное обеспечение программы.....	17
3.3.1. Методическое обеспечение программы.....	17
3.3.2. Дидактическое обеспечение.....	18
3.3.3. Материально-техническое обеспечение.....	18
3.3.4. Кадровые условия реализации программы.....	18
3.3.5. Техника безопасности.....	18
3.3.6. Список литературы.....	19
3.3.7. Интернет-ресурсы.....	19

I. ЦЕЛЕВОЙ РАЗДЕЛ

1.1. Пояснительная записка

Общеразвивающая программа дополнительного образования «Хайтек-квантум» реализуемая в Кванториуме, составлена в соответствии с Федеральным Законом «Примерные требования к образовательным программам дополнительного образования детей» Министерства образования и науки РФ от 11 декабря 2006 г. № 06–1844 по которому дополнительное внешкольное образование является одним из факторов экономического и социального прогресса общества и направлено на:

- обеспечение самоопределения личности, создание условий для ее самореализации;
- формирование у обучающегося адекватной современному уровню знаний и уровню образовательной программы картины мира;
- интеграцию личности в национальную и мировую культуру;
- формирование человека и гражданина, интегрированного в современное ему общество и нацеленного на совершенствование этого общества;
- воспроизводство и развитие кадрового потенциала общества.

1.1.1 Направленность программы

Общеразвивающая программа дополнительного образования «Хайтек-квантум» является модульной и имеет научно-техническую направленность, предназначена для развития творческих, конструкторских и прикладных способностей обучающихся.

1.1.1. Актуальность программы

Актуальность программы заключается в развитии у современных детей, начиная с младшего возраста, углубления межпредметных связей, понимания и творческого интереса к таким общеобразовательным учебным дисциплинам как физика, математика, информационные технологии, их практическое применение, что является необходимым для успешной самореализации в современном мире как востребованных технических специалистов. Данная образовательная программа поможет обучающимся освоить основные навыки работы на высокотехнологичном оборудовании, познакомиться с теорией решения изобретательских задач, основами инженерии, основными компонентами электронной техники, понять принципы работы и возможности современного оборудования, его практического применения многих современных электронных и электромеханических устройств, получат практически навыки в конструировании и построении различных устройств и механизмов, что в свою очередь разовьёт интерес к техническим специальностям, рабочим профессиям, научному техническому творчеству и высокотехнологичному предпринимательству.

1.1.2. Педагогическая целесообразность

В основе реализации общеразвивающей программы «Хайтек-квантум» лежат педагогические принципы, которые способствуют всестороннему развитию ребёнка, такие как:

- принцип гуманности основанный на создании в коллективе атмосферы уважения к чести и достоинству личности для достижения которой используются разнообразные формы обучения, воспитания и развития нравственной культуры личности, происходит формирование человеческих взаимоотношений на основе дружелюбия, взаимопомощи, личной совестливости и порядочности;
- принцип демократизации основанный на уважении прав и свобод обучающихся, практическом опыте участия в общественной жизни, развитии гражданской инициативы, взаимной ответственности;
- принцип личностно-ориентированного подхода, когда каждому обучающемуся предлагается помощь в успешной реализации личного саморазвития, самоопределении и самореализации в соответствии с возрастными и индивидуальными особенностями ребенка.

1.1.3. Цель программы

Развитие у обучающихся конструкторско-технологических, логических, коммуникативных способностей и умений, формирование у детей исследовательской и творческой активности в ходе преподавания им системы знаний по высокотехнологичному оборудованию и практической работе на лазерном, аддитивном, фрезерном оборудовании с ЧПУ и навыков работы с ручным инструментом, а также ТРИЗ, основ САПР, технологии создания индивидуальных проектов, дата - скаутингу, инженерии, привитие навыков работать как самостоятельно так и в команде. Создание оптимальных условий для всестороннего развития творческой личности обладающей системой знаний и умений в области практического применения высокотехнологичного оборудования через обучение детей приёмам самостоятельной работы, привитие умений поиска и использования информации для решения конструкторских и изобретательских задач. Освоение инженерных технологий подразумевает получение ряда базовых компетенций, владение которыми критически необходимо для развития изобретательства, инженерии и молодежного технологического предпринимательства, что необходимо любому специалисту на высокотехнологичном конкурентном рынке труда.

1.1.4. Задачи программы

Обучающие:

- знакомство с основами теории решения изобретательских задач;
- знакомство с основами высоких технологий и оборудованием;
- знакомство с основами программного создания 2D и 3D-моделей;
- реализация знакомства с современными профессиями технической направленности.

Развивающие:

- формирование практических навыков работы с реальным оборудованием Хайтек;
- формирование навыков программирования и управления высокотехнологичным оборудованием;
- усиление внутренней мотивации к получению знаний;
- развитие творческого мышления;
- формирование способностей разнопланового анализа информации.

Воспитательные:

- формирование умений: работать в команде; вести обсуждение технических идей и предложений; корректно отстаивать свое мнение;

- формирование творческого отношения к выполняемой работе.

1.1.5. Возраст обучающихся и сроки реализации

Программа рассчитана на обучение детей и подростков от 10 до 17 лет и ориентирована как на девушек, так и на юношей.

1.2. Структура образовательного процесса

При реализации программы используется метод кейс-технологий основанный на базе разработанных учебных ситуаций (реальных или вымышленных) и направленных на развитие у обучающихся новых качеств и умений. Обучающиеся в составе группы должны проанализировать ситуацию, разобраться в сути конкретной проблемы, совместно выработать возможные решения, а затем выбрать наиболее подходящее из них. Кейс-технология позволяет эффективно усваивать материал в ходе эмоциональной вовлечённости и активности обучающихся, выработке знания и не овладения уже готовым в ходе которой совершенствуются soft-skills навыки.

Программа ориентированна на обучающихся не имеющих базовых знаний в области высоких технологий и направлена на освоение ими основ изобретательства и инженерии, 3D-проектирования, современного высокотехнологичного оборудования и базовых навыков работы с ним.

1.2.1. Методы обучения

В процессе изучения материала образовательной программы используются различные педагогические технологии, методы и формы преподавания. Реализация программы основана на использовании здоровьесберегающих технологий.

Педагогические технологии:

- модульные технологии (обучение с использованием функционально законченных образовательных блоков);
- кейс-технологии (проблемное изложение и поиск решений);
- информационно-компьютерные технологии (поиск недостающей информации в интернете);
- интерактивные технологии (взаимодействие педагога с обучающимся и обучающихся между собой);
- дистанционные образовательные технологии (применение современных информационных и телекоммуникационных средств взаимодействия педагога с обучающимися);

- личностно-ориентированные (дифференциация обучающихся в зависимости от индивидуальных особенностей развития);
- проектные технологии (создание собственных моделей в программной среде с использованием ТРИЗ);
- коммуникативно-диалоговые технологии (семинар, рассказ, беседа, инструктаж, чтение технической литературы).
- игровые методы (использование ролевых, деловых и других видов обучающих игр).

Методы обучения:

- наглядный метод (демонстрация с использованием мультимедийных средств, показ реальной работы);
- электронное обучение (использование компьютерных технологий);
- интерактивное обучение (совместная с педагогом и командная работа);
- объяснительно-иллюстративный метод (рассказ, лекция, объяснение, чтение технической литературы учебник с использованием средств визуализации, практического показа способов деятельности);
- репродуктивный метод (воспроизведение ранее полученных знаний и умений);
- частично поисковый (эвристическая беседа, постановка проблемных вопросов, решение познавательных задач с помощью педагога);
- исследовательский метод (постановка задачи, поиск решения, самостоятельное овладение научным знанием) и т.д;
- мастер-классы.

Формы обучения:

- индивидуальная;
- групповая;
- фронтальная;
- Workshop (рабочая мастерская);
- межквантовое взаимодействие.

1.2.2. Планируемые результаты освоения программы

В результате освоения учебной программы «Хайтек-квантум» обучающиеся приобретают коммуникативные навыки взаимодействия и сотрудничества со взрослыми и сверстниками при решении поставленных задач и в процессе создания новых технических проектов, происходит формирование и развитие креативного, критического и системного мышления, а также умения планировать, контролировать выполнение и оценку процесса выполнения учебных задач используя различные способы получения информации, овладевают правилами техники безопасности и гигиены труда. В рамках данной общеобразовательной программы учащиеся будут

знать:

- основы и принципы теории решения изобретательских задач;
- начальные базовые навыки инженерии;
- принципы проектирования в САПР, основы создания и проектирования 2D и 3D моделей;
- основы базисных знаний работы на лазерном оборудовании;
- основы базисных знаний работы на аддитивном оборудовании;
- основы базисных знаний работы на субтрактивном (фрезерном) оборудовании;
- основные технологии, используемые в Хайтек, их отличие, особенности и практику применения при разработке прототипов;
- пользовательский интерфейс профильного программного обеспечения.
- основные принципы построения автоматизированных и роботизированных систем;
- специализированную техническую терминологию.

уметь:

- проектировать в САПР и создавать 2 D и 3D модели;
- работать на лазерном оборудовании;
- работать на аддитивном оборудовании;
- работать на станках с ЧПУ (фрезерные станки);

- использовать справочную литературу и прикладное программное обеспечения для выполнения проектов;
- планировать свои действия с учётом фактора времени;
- работать в команде: работа в общем ритме, эффективное распределение задач и др.;
- ориентироваться в информационном пространстве, продуктивно использовать техническую литературу для поиска сложных решений;
- ставить вопросы, связанные с темой проекта, выбор наиболее эффективных решений задач в зависимости от конкретных условий;
- критически мыслить;
- творчески решать технические задачи;
- применять теоретические знания по физике, химии, математике, геометрии, информатике для решения задач в реальном мире;
- определять целесообразность применения технологий (способность выбора технологии для изготовления объектов с минимальными затратами материалов, рабочего времени, себестоимости);
- правильно организовывать рабочее место и время;

создать:

- не менее одного выполненного продукта проекта с созданием итоговой 3Д модели;
- не менее одного элемента конструкции созданного с использованием каждой из технологий: лазерной, аддитивной, фрезерной;
- не менее одной общей конструкции, разработанной в команде.

1.2.3. Формы подведения итогов реализации программы

В ходе реализации данной программы проводится текущий, промежуточный и итоговый контроль формирования знаний, умений и навыков обучающихся.

Текущий контроль ведется на каждом занятии в форме педагогического наблюдения за правильностью выполнения практической работы, а также в виде опросов, выполнения диагностических заданий, поиска решений проблемных заданий, личной активности в ходе прохождения занятий.

Промежуточный контроль осуществляется в форме анализа результатов анкетирования, тестирования, степени и качества выполнения кейсов, оценки результатов самостоятельной работы, демонстрации изготовленных изделий (стендовый доклад).

Итоговый контроль предполагает презентацию проекта.

1.2.4. Оценочные критерии и материалы

Первичной оценкой обучающихся является входная диагностика которая проводится в виде беседы и включает в себя разнообразные вопросы, направленные на оценку мотивации к занятиям, на выявление первичного уровня знаний и умений ребенка, а также личностных особенностей и интересах.

Оценка уровня усвоения программы осуществляется по следующим показателям:

- степень усвоения контента;
- степень применения компетенций на практике;
- умение анализировать;
- характер участия в образовательном процессе;
- качество конечных творческих продуктов;
- стабильность практических достижений и т.д.

Критериями оценки личностных достижений являются:

- характер изменения личностных качеств;
- жизненная направленность позиции ребенка;
- степень направленности на творческую деятельность;
- степень адекватности мировосприятия, миропонимания и мировоззрения возрасту;
- степень стабильности и разнообразия творческих достижений и т.д.

Степень воспитательного воздействия оценивается через показатели:

- характер отношений в коллективе;
- характер ориентаций и мотивов каждого ребенка и коллектива в целом;
- культура поведения обучающегося;
- адекватность поведения;
- усвоение обучающимися моральных ценностей и т.д.

II. СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

2.1. Тематическое содержание программы

№ п/п	Наименование разделов	Содержание
1	Модуль 1. Основы изобретательства и инженерии	Техника безопасности и противопожарная безопасность при производстве работ. Электробезопасность. Введение в ТРИЗ, знакомство с САПР, понятие проектных ограничений, методы

		решения изобретательских задач и методов поиска технических решений. Понятие продуктивного решения, инженерных ограничений.
2	Модуль 2. Лазерные технологии.	История, применение лазера. Лазерный станок, принципы построения, его основные элементы и приёмы труда на нём. Техника безопасности и охраны труда при работе с лазерным станком. Технологические ограничения лазерного станка. Основы материаловедения. Знакомство с основами двумерного черчения и векторной графики, подготовка чертежей для работы с лазерным станком. Знакомство с программами CorelDraw, Fusion 360, КОМПАС-3D, AutoCAD и др.
3	Модуль 3. Аддитивные технологии.	Знакомство с техническими особенностями оборудования аддитивных технологий, классификацией 3D-принтеров, технологическим процессом 3D-печати.. Техника безопасности при работе с аддитивным оборудованием. Знакомство с трёхмерным представлением объектов и 3D-моделированием, основами эскизного проектирования. Знакомство и работа в программе КОМПАС-3D, Tinkercad Autodesk. Освоение технологического процесса 3D-печати и последующей постобработки до законченного артефакта.
4	Модуль 4. Субтрактивные технологии.	Фрезерное оборудование, его конструкция и области применения. Технологические ограничения субтрактивных технологий. Программное обеспечение и особенности 3D-моделирования при работе с фрезерным станком с ЧПУ. Изготовление законченного изделия с использованием 3D-моделей.
		Командная презентация законченного проекта.

2.2. Содержание программы

Программа рассчитана на обучающихся не имеющих базовых знаний в данной области и разбита на 6 модулей:

- Вводный. Основы изобретательства и инженерии;
- Лазерные технологии;
- Аддитивные технологии;
- Субтрактивные технологии;

В первом модуле обучающиеся знакомятся с техникой безопасности и охраной труда при производстве работ на оборудовании. Обучающиеся получают теоретические базовые знания по методам решения изобретательских задач, существующим системам автоматизированного проектирования, методами поиска технических решений, получают представление об основах проектирования.

Во втором модуле обучающиеся познакомятся с основами 2D-моделирования, получают базовые знания по устройству и приёмам работы на лазерном станке, ознакомятся со свойствами применяемых материалов, научатся проектировать и на практике изготавливать изделия небольшой сложности с применением лазерных технологий, реализация кейса «Шахматная доска», т. е. изготовление шахматной доски с применением лазерного станка.

В третьем модуле обучающиеся познакомятся с основами проектирования объёмных моделей, 3D-моделирования и программной средой создания 3D-моделей, на практике освоят основные операции создания 3D-моделей, узнают технические особенности оборудования, освоят технологический процесс 3D-печати на примере законченного изделия небольшого уровня сложности, реализация кейса «Шахматные фигуры» с применением 3D-принтеров (изготовление шахматных фигур).

В четвёртом модуле произойдёт знакомство с фрезерным оборудованием, с программной средой применяемой во фрезерных станках с ЧПУ, с особенностями технологического процесса фрезерной обработки и раскроя материалов, обучающиеся получают навыки практической работы по гравировке на примере изготовления законченного изделия с использованием 3D-моделей, реализация кейса «Шахматы подарочные» (гравировка надписей).

В заключение, как завершающий этап реализации программы, будет представлена командная презентация законченного проекта.

III ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ

3.1. Учебно-тематический план

№ п/п	Наименование разделов, тем	Количество часов			Форма контроля
		Теория	Практика	Всего	
Модуль 1. Вводный. Основы изобретательства и инженерии		6	2	8	
1	Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности. Знакомство с оборудованием.	2		2	Устный опрос.
2	Входной контроль.	2		2	Беседа.
3	Основы изобретательства и инженерии. Введение в тематику ТРИЗ. Знакомство с САПР.	2	2	4	Устный опрос. Практическая работа.
Модуль 2. Лазерные технологии.		6		6	
4	Основы 2D-моделирования и векторной графики.	4		4	Устный опрос.
5	Введение в материаловедение. Лазер и материалы.	2		2	Устный опрос.
Модуль 3. Аддитивные технологии.		11	30	43	
7	Основы 3D-моделирования и 3D-	2		2	Устный опрос.

	печати.				
8	Основы эскизного проектирования.	2	5	7	Устный опрос. Практическая работа.
9	Построение и печать 3D-модели. Операция «Выдавливание».	1	4	5	Устный опрос. Практическая работа.
10	Сборка. Операция «Вращение».	1	2	3	Устный опрос. Практическая работа.
11	Деталь. Операция «Вырезание».	2	6	8	Устный опрос. Практическая работа.
12	Реализация кейса «Шахматные фигуры».	3	13	16	Демонстрация не менее одного элемента конструкции разработанной с использованием аддитивной технологии.
Модуль 4. Субтрактивные технологии.		5	12	17	
13	Основы фрезерной обработки материалов. Фрезы, их назначение.	1		1	Устный опрос.
14	Фрезерный раскрой материалов.	1	2	3	Устный опрос. Практическая работа.
15	Технология гравировки заготовок.	1	2	3	Устный опрос. Практическая работа.
16	Реализация кейса «Шахматы подарочные».	2	6	8	Демонстрация не менее одного элемента конструкции разработанной с использованием

					субтрактивно й технологии.
17	Итоговое занятие. Выставка.		2	2	Демонстрация не менее одной конструкции разработанной в команде.
	Итого:	28	44	72	

Срок реализации программы: 4,5мес

месяцев **Объём учебной нагрузки:** 72

часа Режим занятий: 2 раз в неделю

Продолжительность одного занятия: 2 академических часа

Структура 2-х часового занятия:

- 45 мин. – занятие;
- 5 мин. – перерыв;
- 45 мин. – занятие.

3.3. Формы проведения занятий

Формы проведения занятий: очная

Занятия включают в себя теоретическую часть, с использованием репродуктивных приемов обучения и практическую деятельность - решения задач за счет изучения материала модуля и работы с компьютерными программами.

При проведении занятий используются следующие формы работы:

- решение ситуационных производственных задач. Этот метод используется для формирования у учащихся профессиональных умений. Основным дидактическим материалом служит ситуационная задача, которая включает в себя условия (описание ситуации и исходные количественные данные) и вопрос (задание), поставленный перед учащимися. Ситуационная задача должна содержать все необходимые данные для ее решения;

- демонстрационная, когда обучающиеся слушают объяснения педагога и наблюдают за демонстрационным экраном;
- самостоятельная, когда обучающиеся выполняют задание в течение занятия или нескольких занятий.

3.4. Ресурсное обеспечение программы

3.4.1. Методическое обеспечение программы

Практическая реализации программы «Хайтек-квантум» в Кванториуме, основана на применении современных образовательных технологий, методов и форм обучения позволяющих осуществлять обучение с учётом STEAM-тренда нацеленного на популяризацию инженерно-технологических профессий в современной молодёжной среде. Это в особенности касается кейс-технологии как сочетающей в себе постановку проблемных задач, анализ ситуации, поиск и выбор их решений. Всё это позволяет развивать у детей навыков анализа и критического мышления, поиска недостающей информации, умения генерировать и выбирать пути решения проблемы, коммуникативных навыков работы в команде и т. д. Сочетание теории и практики позволяет обучающимся лучше усваивать экспертные умения и навыки. Особое внимание уделяется индивидуально-личностному подходу позволяющему в полной мере раскрывать и применять способности ребёнка. Программа выполняет также воспитательную функцию т. к. в процессе её реализации дети развивают свои умственные и моральные качества, в процессе командной работы учатся уважать чужую точку зрения и отстаивать свою, происходит формирование принципов взаимодействия с другими людьми на основе гуманистических ценностей, уважения прав и свобод окружающих людей.

В ходе реализации программы используется учебная, тематическая и справочная, а также методическая и психолого-педагогическая литература, фото и видеоматериалы.

3.4.2. Дидактическое обеспечение

Дидактическое обеспечение программы представлено планами и конспектами, кейсами учебных занятий, учебными тестами, заданиями, методическими видами продукции и рекомендациями.

3.4.3. Материально-техническое обеспечение.

- цех Хайтек на 10 рабочих мест;
- ноутбук с предустановленным специализированным программным обеспечением;
- станок с ЧПУ лазерной резки и гравировки;
- 3D принтеры, 3D сканер;
- фрезерный станок с ЧПУ;
- интерактивная доска для демонстрации учебных фильмов и проведения докладов и выступлений;
- телекоммуникационные и программные средства для работы в интернете;
- комплекты расходных материалов и оснастки необходимых при производстве учебных работ.

3.4.4. Кадровые условия реализации программы

Обучение осуществляется высококвалифицированными педагогами-преподавателями имеющими практический опыт в области технических знаний и подготовленных к обучению детей по программам дополнительного образования.

3.4.5. Техника безопасности

Обучающиеся в первый день занятий проходят инструктаж по правилам техники безопасности. Педагог на каждом занятии напоминает обучаемым об основных правилах соблюдения техники безопасности и охраны труда.

3.4.6. Список литературы

1. Тимирбаев Д. Ф. Хайтек тулжит. – М.: Фонд новых форм развития образования, 2017 –128 с.
2. Альтшуллер Г.С. Введение в ТРИЗ и ЖСТЛ. Основные понятия и подходы. – С.Пб.: Официальный Фонд Г.С. Альтшуллера, 2003
- Петров В.М. Простейшие приёмы изобретательства.- М.: Солон-пресс, 2016 –132 с.
3. Альтшуллер Г. С., Верткин И. М. Как стать гением: Жизнь. Стратегия творческой Личности. — Мн: Беларусь, 1994.
4. Альтшуллер Г.С. Найти идею: Введение в ТРИЗ – теорию решения изобретательских задач. – М.: Альпина бизнес букс, 2007 – 400 с.
5. В.Н. Виноградов В.Н., Ботвинников А.Д., Вишнепольский И.С. 3D моделирование и САПР — «Черчение. Учебник для общеобразовательных учреждений», - М.:, Астрель, 2009.
6. Герасимов А.Н. Самоучитель Компас-3D V12. – С.-Пб.: БХВ-Петербург, 2011 – 464 с.
7. Прахов А.А. Самоучитель Blender 2.7.- С-Пб.: БХВ-Петербург, 2016 - 400 с.
8. Малюх В. Н. Введение в современные САПР: Курс лекций. — М.:ДМК Пресс, 2010 - 192 с.
9. Зленко М.А., Нагайцев М.В., Довбыш В.М. Аддитивные технологии машиностроении. – М.: ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», 2015 – 220с.
10. Ковалёв О.Б., Фомин В.М. Физические основы лазерной резки толстых листовых материалов. – М.: Физматлит, 2013 – 256 с.
11. Вейко В.П., Петров А.А. Опорный конспект лекций по курсу «Лазерные технологии». Раздел: Введение в лазерные технологии. - С-Пб: СПбГУ ИТМО, 2009 - 143 с.
12. Ревич Юрий. Занимательная электроника. – С-Пб.: БХВ-Петербург, 2015
13. Ларин В.П. Технология пайки. Методы исследования процессов пайки и паяных соединений: Учебное пособие. - СПб.: ГУАП, 2002. - 42 с.

3.4.7. Интернет-ресурсы:

1. <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=15006> - Электронный научный журнал «Современные проблемы науки и образования».
2. <http://www.trizminsk.org/index0.htm> - ТРИЗ.
3. <http://jurnali-online.ru/nauka-i-tehnika/additivnye-texnologii-4-2019.html> - электронный журнал «Аддитивные технологии».
4. www.3ddd.ru - репозиторий 3D-моделей.