

Министерство образования Камчатского края
Управление образования и молодежной политики
администрации Соболевского муниципального района
МОКУ "Соболевская средняя школа"

ПРИНЯТА

На заседании педагогического
совета протокол № 1 от
30.08.2024



Разноуровневая дополнительная общеобразовательная
общеразвивающая программа технической направленности
«Лазерная обработка материалов
на лазерно-гравировальном станке с ЧПУ»

Возраст обучающихся 11-17 лет
Срок реализации 1 год
Автор-составитель Малова А.И.,
педагог дополнительного образования

с. Соболево
2024 год

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Направленность программы - техническая, профиль - научно-технический.

Разноуровневая дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Лазерные обработка материалов на лазерно-гравировальном станке с ЧПУ» создана как программа ранней профориентации и основа профессиональной подготовки и состязаний школьников в профессиональном мастерстве по компетенции «Лазерные технологии».

Лазерные технологии - совокупность приёмов и способов обработки материалов и изделий с использованием лазерного оборудования. Лазерные технологии активно применяются на предприятиях для резки, гравировки, сварки, сверления отверстий, маркировки и других модификаций поверхностей различных материалов. обеспечивая точность и возможность обработки труднодоступных участков готовых деталей, резку и сверление материалов, вообще не поддающихся механической обработке

С самого момента разработки лазер называли устройством, которое само ищет решаемые задачи. Лазеры нашли применение в самых различных областях — от коррекции зрения до управления транспортными средствами, от космических полётов до термоядерного синтеза. Лазер стал одним из самых значимых изобретений XX века и самым популярным методом бесконтактной обработки материалов, где не требуется использование режущего инструмента.

Актуальность

Из школьной программы по физике ученики мало что могут узнать о лазерах, а ведь лазерные технологии сегодня становятся краеугольными в медицине, IT, робототехнике, космонавтике и во множестве других прикладных сфер. Это несоответствие исправит программа «Лазерные технологии. Резка и гравировка». Освоив её школьники смогут ознакомиться с потенциалом лазеров в современном мире, узнать, как они работают и какое будущее ждет специалистов в области лазерной оптики.

Отличительная особенность программы кружка "Лазерная обработка материалов на лазерно-гравировальном станке с ЧПУ" заключается в том, что она сочетает в себе:

1. Научно-техническую составляющую:

- Изучение современных технологий: участники получают глубокое понимание принципов работы лазерной обработки материалов, знакомятся с различными типами лазеров, их свойствами и сферами применения.
- Практическое освоение работы на высокотехнологичном оборудовании: обучение работе на лазерно-гравировальном станке с ЧПУ, формирование практических навыков создания и редактирования векторных

изображений для лазерной обработки.

2. Творческую составляющую:

- Развитие дизайна и креативного мышления: кружок предоставляет возможности реализовывать собственные дизайнерские идеи, создавать уникальные изделия и элементы декора, находить нестандартные способы применения лазерной обработки.
- Создание авторских работ: участники могут создавать авторские сувениры, украшения, декоративные элементы, подарки и т.д., что способствует развитию творческого потенциала и эстетического вкуса.

3. Практическую составляющую:

- Приобретение востребованных навыков: кружок формирует навыки, которые востребованы в различных сферах деятельности: дизайн, производство, реклама, промышленность, а также в хобби и DIY-проектах.
- Возможность применения полученных знаний в реальной жизни: участники могут использовать полученные навыки для создания собственных проектов, решения практических задач, а также для реализации своих бизнес-идей.

В целом, кружок "Лазерная обработка материалов на лазерно-гравировальном станке с ЧПУ" отличается своей практической направленностью, основанной на сочетании теории и практики, развитием творческих способностей и приобретением востребованных в современном мире навыков.

Такая комбинация делает программу кружка привлекательной для широкого круга участников, заинтересованных в получении актуальных знаний и развитии практических навыков.

Адресат программы: в кружке «Лазерная обработка материалов на лазерно-гравировальном станке с ЧПУ» занимаются ребята с 10 до 17 лет. В кружок могут прийти желающие, а также они могут уйти по своему желанию.

Формы обучения

Форма обучения – очная, групповая, индивидуальная

Особенности организации образовательного процесса

Специального отбора детей в детское объединение для обучения по дополнительной программе «Лазерная обработка материалов на лазерно-гравировальном станке с ЧПУ» не предусмотрено.

Состав группы – 6-15 человек.

Срок реализации программы 1 год.

Уровень реализации программы – ознакомительный

Ознакомительный уровень дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы предполагает предоставление возможности

«погружения» в деятельность, предусмотренную программой, знакомство с основными понятиями выбранной области.

Режим занятий:

Занятия проводятся один раз в неделю 2,7 академических часа. Академический час – 40 минут.

На полное освоение программы 92 часа.

Педагогическая целесообразность заключается в:

1. Формирование ключевых компетенций:

- **Интеллектуальное развитие:** Изучение принципов работы лазера, программного обеспечения для управления станком, развитие аналитических и логических способностей.
- **Креативность и творчество:** Развитие фантазии, воображения, способности видеть и реализовывать нестандартные решения.
- **Технологическая грамотность:** Освоение работы на современном высокотехнологичном оборудовании, понимание принципов современных производственных процессов.
- **Профессиональная ориентация:** Знакомство с востребованными профессиями, формирование понимания перспектив развития в сфере технологий.
- **Коммуникативные навыки:** Работа в команде, обсуждение проектов, представление результатов.

2. Развитие личных качеств:

- **Ответственность:** Понимание значимости безопасной работы с оборудованием, стремление к качественному выполнению задач.
- **Самостоятельность:** Развитие навыков самостоятельного планирования и выполнения работы, поиск информации, решение проблем.
- **Упорство:** Склонность к преодолению трудности, уверенность в собственных силах.
- **Аккуратность:** Формирование навыков точной работы, стремление к порядку и точности.

3. Создание мотивации к обучению:

- **Актуальность и практическая значимость:** Работа с современным оборудованием, решение реальных задач, создание конкретных изделий.
- **Творческий характер:** Возможность реализовывать собственные идеи, создавать уникальные вещи.
- **Социальная значимость:** Участие в проектах, выставках, конкурсах, возможность принести пользу обществу.

4. Подготовка к будущей профессиональной деятельности:

- **Приобретение практических навыков:** Работа с лазерным станком, создание проектов, решение технологических задач.
- **Формирование профессиональных компетенций:** Знания и умения, востребованные в сфере технологий, производства, дизайна.

В целом, кружок "Лазерная обработка материалов на лазерно-гравировальном станке с ЧПУ" представляет собой эффективный инструмент для развития личности учащихся, формирования ключевых компетенций, приобретения практических навыков и подготовки к будущей профессиональной деятельности.

Формы проведения занятий:

- беседы,
- теоретические уроки
- творческий урок-показ,
- практические занятия

Цель - формирование комплекса знаний, умений и навыков в области лазерных технологий для обеспечения эффективности процессов проектирования и изготовления изделий.

Задачи:

Обучающие

- знакомство учащихся с комплексом базовых технологий, применяемых при плоскостном моделировании
- приобретение навыков и умений в области конструирования и инженерного черчения
- приобретение опыта создания двухмерных и трехмерных объектов.

Развивающие

- способствовать развитию творческого потенциала обучающихся, пространственного воображения и изобретательности
- способствовать развитию логического и инженерного мышления
- содействовать профессиональному самоопределению.

Воспитательные

- способствовать развитию ответственности за начатое дело
- сформировать у обучающихся стремления к получению качественного законченного результата
- сформировать навыки самостоятельной и коллективной работы
- сформировать навыки самоорганизации и планирования времени и ресурсов.

Принципы отбора содержания. Обосновывая содержание программы и

логику его развертывания, следует показать связи между разделами программы, межпредметные связи, связи с другими программами, преемственность дополнительной общеобразовательной программы с основной образовательной программой определенной ступени общего образования. Важно продумать особенности взаимодействия с другими организациями или другими субъектами, взаимодействие с родителями обучающихся.

Образовательный процесс строится с учетом следующих принципов:

1. Индивидуального подхода к учащимся.

Этот принцип предусматривает взаимодействие между педагогом и воспитанником. Подбор индивидуальных практических заданий необходимо производить с учетом личностных особенностей каждого учащегося, его заинтересованности и достигнутого уровня подготовки.

2. Культуросообразности и природосообразности.

В программе учитываются возрастные и индивидуальные особенности детей. Системности.

Полученные знания, умения и навыки, учащиеся системно применяют на практике, создавая творческую работу. Это позволяет использовать знания и умения в единстве, целостности, реализуя собственный замысел, что способствует самовыражению ребенка, развитию его творческого потенциала.

3. Комплексности и последовательности.

Реализация этого принципа предполагает постепенное введение учащихся в мир театра, то есть, от простого к сложному.

Цикличности.

Учащиеся всех лет обучения осваивают последовательно один и тот же раздел, существует возможность предлагать вновь пришедшим детям задания сначала более простые, соответствующие первым занятиям обучения, а затем более сложные.

4. Наглядности.

Использование наглядности повышает внимание учащихся, углубляет их интерес к изучаемому материалу, способствует развитию внимания, воображения, наблюдательности, мышления.

Формы проведения промежуточной и итоговой аттестации

Ожидаемые результаты

Обучающиеся

- научатся работать инструментами (линейка, штангенциркуль, транспортир) и проводить обмер детали.
- получают знание об основных типах соединений в изделиях, собираемых из плоских деталей.
- научатся работать с одной из распространенных векторных графических программ
- овладеют основными приемами инженерного 3D-моделирования в САПР

- познакомятся с приемами создания объемных конструкций из плоских деталей
- освоят экспорт эскизов или граней деталей в плоском векторном формате, пригодном для лазерной резки (.DXF), технологию лазерной резки
- научатся понимать принцип работы и устройство станка с ЧПУ для лазерной резки
- освоят программу управления лазерным станком (RDWorks или аналог),
- научатся оптимально размещать детали на рабочем столе, понимать смысл основных параметров резания и настраивать их для определенного материала.
- овладеют основными операциями с лазерным станком (размещение заготовки, регулировка фокусного расстояния, запуск задания на резку, аварийный останов при ошибках, безопасное удаление готового изделия и т.п.)
- научатся работать с ручным инструментом, проводить пост-обработку и подгонку изготовленных деталей, собирать изготовленную конструкцию.

Способы определения результативности

- самоконтроль;
- педагогическое наблюдение;
- участие в школьных мероприятиях;
- изготовление подарков к праздникам

Формы подведения итогов реализации программы

- открытый урок;
- урок-показ;
- выставка работ

Критерии оценки освоения программы

Обучающийся освоил программу при условии посещения занятий в объеме не менее 70 %, владения основными понятиями, роста над собой (в отношении тех данных, с которыми он пришел). В случае невыполнения вышеуказанных условий обучающийся считается прослушавшим программу.

Анализ эффективности учебно-воспитательной деятельности в рамках данной программы выполняется через такие организационно-педагогические формы, как педагогические беседы, мониторинг, итоговое занятие.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН

Название раздела, темы	Количество часов			Форма контроля
	Всего	Практика	Теория	
Введение. Техника безопасности поведения в мастерской и при работе с лазерным комплексом.	2	-	2	Беседа, опрос, тренинг

Интерфейс системы	6	1	5	Беседа, показ, практическая работа
Подготовка векторов и чертежей для станков с ЧПУ	14	10	4	Беседа, практическая работа
Материалы для лазерной резки и гравировки	10	7	3	Беседа, Наглядный показ
Подготовка файлов для лазерной резки и гравировки на лазерном станке	20	16	4	Беседа, показ, практическая работа
Ориентировочные параметры лазерной резки и гравировки	6	3	3	Беседа, показ, практическая работа
Фокусное расстояние и линзы	4	1	3	Беседа, показ, практическая работа
Технология проектирования изделий	10	6	4	Беседа, показ, практическая работа
Проектная деятельность	20	17	3	Беседа, показ, практическая работа
ИТОГО	92	61	31	

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Введение. Техника безопасности

Тема 1. Введение. Техника безопасности

Теория. Техника безопасности поведения в мастерской и при работе с лазерным комплексом. Инструктаж по санитарии. Распорядок дня. Расписание занятий. Программа занятий на курс.

Интерфейс программы

Тема1. Интерфейс программы

Теория. Введение в компьютерную графику. Компактная панель и типы инструментальных кнопок. Создание пользовательских панелей инструментов. Простейшие построения.

Практика. Настройка рабочего стола. Построение отрезков, окружностей, дуг и эллипсов.

Тема 2. Полезные инструменты

Теория. Простейшие команды в программе

Практика. Сдвиг и поворот, масштабирование и симметрия, копирование и деформация объектов, удаление участков.

Подготовка векторов и чертежей для станков с ЧПУ

Тема 1. Выделение и преобразование объектов

Теория. Выделение скрытых объектов. Выделение всех объектов. Инструменты для преобразований.

Практика. Практическая работа № 1. «Работа с векторным графическим редактором».

Тема 2. Перемещение объектов, вращение и изменение размеров объектов

Теория. Перемещение при помощи мышки, горячие клавиши. Перемещение объектов при помощи стрелок, настройка приращения. Точные перемещения путем ввода числовых значений. Точные перемещения с использованием динамических направляющих. Вращение объектов. Изменение размеров объекта.

Практика. Практическая работа № 2 «Создание простейших рисунков».

Тема 3. Копирование объектов, создание зеркальных копий

Теория. Дублирование. Клонирование. Зеркальная копия. Диспетчер видов. Выровнять и распределить. Соединить кривые.

Практика. Практическая работа № 3 «Работа с векторным графическим редактором».

Тема 4. Применение инструментов группы "Преобразование"

Теория. Выбор по заливке либо по абрису. Режимы выбора лассо. Горячие клавиши инструмента выбор. Выделение и редактирование объекта в группе. Создание групп выбора.

Практика. Практическая работа № 4 "Трансформация созданных объектов".

Тема 5. Масштабирование отсканированных чертежей

Теория. Быстрый способ по соответствию масштаба отсканированного чертежа к масштабу рабочего пространства программы.

Практика. Практическая работа № 5 "Работа над текстом."

Тема 6. Быстрая обрисовка вектором. Работа с узлами (типы узлов, назначение)

Теория. Инструмент Форма. Обзор инструментов Ломаная линия, Кривая через 3 точки, В-сплайн.

Практика. Практическая работа № 6 "Технология быстрого перевода рисунка в вектор".

Тема 7. Трассировка растрового изображения

Теория. Что такое трассировка? Быстрая трассировка растрового изображения. Трассировка логотипа вручную. Управление цветами в результатах трассировки.

Практика. Практическая работа №7 «Трассировка логотипа, изображений».

Материалы для лазерной резки и гравировки

Тема 1. Технология лазерной резки и гравировки. Дерево

Теория. Массив дерева. Фанера. Технология гравировки по дереву. Технология векторной резки древесины.

Практика. Практическая работа №1 "Резка и гравировка фанеры".

Тема 2. Технология лазерной резки и гравировки. Акрил

Теория. Технология гравировки акрила. Технология векторной резки акрила

Практика. Практическая работа №2 "Резка и гравировка акрила".

Тема 3. Технология лазерной резки и гравировки. Стекло

Теория. Технология гравировки по стеклу. Технология векторной резки стекла

Практика. Практическая работа №5 "Резка и гравировка стекла".

Тема 4. Технология лазерной резки и гравировки. Латунь

Теория. Резка латуни. Технология гравировки по латуни.

Практика. Практическая работа №8 "Резка и гравировка латуни".

Подготовка файлов для лазерной резки и гравировки на лазерном станке

Тема 1. Создание макета для лазерной резки

Теория. Создание макетов для лазерной резки.

Практика. Выполнить чертёж сувенира для резки.

Тема 2. Подготовка макета для загрузки в лазерный станок

Теория. Как подготовить макет для загрузки.

Практика. Подготовка расходного материала для загрузки и резки металла.

Тема 3. Создание макета для лазерной гравировки

Теория. Как создать макет для гравировки.

Практика. Практическая работа. Изменение формата изображения для лазерной гравировки.

Тема 4. Загрузки макета в лазерный станок

Теория. Как загрузить в лазерный станок макет.

Практика. Практическая работа. Загрузка расходного материала на лазерный станок. Настройка лазерного станка. Экспортирование проекта для резки.

Ориентировочные параметры лазерной резки и гравировки

Тема 1. Резка

Теория. Как происходит процесс резки на лазерном станке.

Практика. Изучение лазерного станка в резке различных расходных материалов.

Тема 2. Гравировка

Теория. Как происходит процесс гравировки. Как с помощью программы подготовить изображение к гравировке.

Практика. Практическая работа Гравировка на различных расходных материалах.

Тема 3. Настройка шага гравировки в переводе на DPI

Теория. Как настроить шаг гравировки в переводе DPI.

Практика. Как настраивать шаг гравировки в переводе DPI.

Фокусное расстояние и линзы

Тема 1. Фокусирующая линза и фокусное расстояние

Теория. Что такое фокусирующая линза и фокусное расстояние.

Практика. Изучение фокуса, фокусного расстояния и способы их настройки.

Технология проектирования изделий

Тема 1. Особенности современного проектирования. Законы художественного конструирования

Теория. Критерии оценивания. Композиция. Пропорция. Симметрия. Динамика. Статичность.

Практика. Создание обобщённого алгоритма индивидуального дизайн-проекта.

Тема 2. Научный подход в проектировании изделий

Теория. Как можно сделать жизнь легче, проектируя на лазерном станке.

Практика. Стадии, компоненты дизайн-проектирования для индивидуального проекта.

Тема 3. Дизайн проект. Выбор объекта проектирования

Теория. Что такое дизайн и над какими проектами работать.

Практика. Техническое описание индивидуального дизайн-проекта.

Тема 4. Анализ результатов проектной деятельности

Теория. Проведение анализа. Оценка результатов.

Практика. Составление пояснительной записки. Создание эскизного проекта. Компьютерное моделирование.

Проектная деятельность

Тема 1. Выполнение проекта

Теория. Алгоритм проектирования. Постановка целей, задач, для выполнения данного проекта.

Практика. Выполнение индивидуального проекта.

Организационно-педагогические условия

Материально-техническое обеспечение:

- стол и стул для преподавателя
- кабинет с партами и стульями
- Станок ЧПУ

- компьютер с монитором
- принтер
- проектор с экраном
- материалы для изготовления декораций и реквизита

Календарно-учебный график

Время проведения	Форма занятия	Количество часов	Тема занятия	Место проведения	Форма контроля
По расписанию	Беседа, показ, практическая работа	2,7	Введение. Техника безопасности.	МОКУ «Соболевская средняя школа»	Опрос
По расписанию	Беседа, показ, практическая работа	2,7	Интерфейс программы.	МОКУ «Соболевская средняя школа»	Практическая работа
По расписанию	Беседа, показ, практическая работа	2,7	Полезные инструменты.	МОКУ «Соболевская средняя школа»	Практическая работа
По расписанию	Беседа, показ, практическая работа	2,7	Выделение и преобразование объектов.	МОКУ «Соболевская средняя школа»	Практическая работа
По расписанию	Беседа, показ, практическая работа	2,7	Перемещение объектов, вращение и изменение размеров.	МОКУ «Соболевская средняя школа»	Практическая работа
По расписанию	Беседа, показ, практическая работа	2,7	Копирование объектов, создание зеркальных копий.	МОКУ «Соболевская средняя школа»	Практическая работа
По расписанию	Беседа, показ, практическая работа	2,7	Применение инструментов группы «Преобразование»	МОКУ «Соболевская средняя школа»	Практическая работа
По расписанию	Беседа, показ, практическая работа	2,7	Масштабирование отсканированных чертежей	МОКУ «Соболевская средняя школа»	Практическая работа
По расписанию	Беседа, показ, практическая работа	2,7	Быстрая обрисовка вектором. Работа	МОКУ «Соболевская средняя школа»	Практическая работа

	я работа		с узлами	школа»	
По расписанию	Беседа, показ, практическая работа	2,7	Трассировка растрового изображения	МОКУ «Соболевская средняя школа»	Практическая работа
По расписанию	Беседа, показ, практическая работа	2,7	Технология лазерной резки и гравировки. Дерево.	МОКУ «Соболевская средняя школа»	Практическая работа
По расписанию	Беседа, показ, практическая работа	2,7	Технология лазерной резки и гравировки. Акрил.	МОКУ «Соболевская средняя школа»	Практическая работа
По расписанию	Беседа, показ, практическая работа	2,7	Технология лазерной резки и гравировки. Стекло.	МОКУ «Соболевская средняя школа»	Практическая работа
По расписанию	Беседа, показ, практическая работа	2,7	Технология лазерной резки и гравировки. Латунь.	МОКУ «Соболевская средняя школа»	Практическая работа
По расписанию	Беседа, показ, практическая работа	2,7	Резка латуни. Технология гравировки.	МОКУ «Соболевская средняя школа»	Практическая работа
По расписанию	Беседа, показ, практическая работа	2,7	Практическая работа	МОКУ «Соболевская средняя школа»	Практическая работа
По расписанию	Беседа, показ, практическая работа	2,7	Создание макета для лазерной резки	МОКУ «Соболевская средняя школа»	Практическая работа
По расписанию	Беседа, показ, практическая работа	2,7	Подготовка макета для загрузки в лазерный станок	МОКУ «Соболевская средняя школа»	Практическая работа
По расписанию	Беседа, показ, практическая работа	2,7	Создание макета для лазерной гравировки	МОКУ «Соболевская средняя школа»	Практическая работа
По расписанию	Беседа, показ, практическая	2,7	Загрузки макета в лазерный станок	МОКУ «Соболевская средняя	Практическая работа

	я работа			школа»	
По расписанию	Беседа, показ, практическая работа	2,7	Резка	МОКУ «Соболевская средняя школа»	Практическая работа
По расписанию	Беседа, показ, практическая работа	2,7	Гравировка	МОКУ «Соболевская средняя школа»	Практическая работа
По расписанию	Беседа, показ, практическая работа	2,7	Настройка шага гравировки	МОКУ «Соболевская средняя школа»	Практическая работа
По расписанию	Беседа, показ, практическая работа	2,7	Фокусирующая линза и фокусное расстояние	МОКУ «Соболевская средняя школа»	Практическая работа
По расписанию	Беседа, показ, практическая работа	2,7	Особенности современного проектирования. Законы художественного конструирования.	МОКУ «Соболевская средняя школа»	Практическая работа
По расписанию	Беседа, показ, практическая работа	2,7	Научный подход к проектированию изделий	МОКУ «Соболевская средняя школа»	Практическая работа
По расписанию	Беседа, показ, практическая работа	2,7	Дизайн проект. Выбор объекта	МОКУ «Соболевская средняя школа»	Практическая работа
По расписанию	Беседа, показ, практическая работа	2,7	Анализ результатов проектной деятельности	МОКУ «Соболевская средняя школа»	Практическая работа
По расписанию	Беседа, показ, практическая работа	2,7	Выполнение проекта	МОКУ «Соболевская средняя школа»	Практическая работа
По расписанию	Беседа, показ, практическая работа	2,7	Оформление проекта	МОКУ «Соболевская средняя школа»	Практическая работа
По расписанию	Беседа, показ,	2,7	Выбор и подготовка	МОКУ «Соболевская	Практическая работа

ю	практическа я работа		материалов	я средняя школа»	
По расписани ю	Беседа, показ, практическа я работа	2,7	Выбор и подготовка материалов	МОКУ «Соболевска я средняя школа»	Практическа я работа
По расписани ю	Беседа, показ, практическа я работа	2,7	Резка изделия	МОКУ «Соболевска я средняя школа»	Практическа я работа
По расписани ю	Беседа, показ, практическа я работа	2,7	Обработка готового изделия	МОКУ «Соболевска я средняя школа»	Практическа я работа

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Литература для педагога

1. Голубев В.С., Лебедев Ф.В. Физические основы технологических лазеров. – М.: Высшая школа, 2012.
2. Григорьянц А.Г. Основы лазерной обработки материалов. – М.: Машиностроение, 2009.
3. Рэди Дж.Ф. Действие лазерного излучения. – М.: Мир, 1974.
4. Вейко В.П., Либенсон М.Н. Лазерная обработка. – Л.: Лениздат, 2009.
5. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н. Лазерная техника и технология. Лазерная сварка металлов, т. – М.: Высшая школа, 2008.
6. Вейко В.П. Лазерная микрообработка. Опорный конспект лекций. СПб: СПбГУ ИТМО, 2009.
7. Кошкин Н.И. Элементарная физика: справочник. – М.: Наука, 2001.
8. Шахно Е.А. Математические методы описания лазерных технологий. Учебное пособие. – СПб: СПбГИТМО (ТУ), 2002.

Электронные ресурсы для педагога

1. Вейко В.П., Петров А.А. Введение в лазерные технологии [Электронный ресурс]: опорный конспект лекций по курсу «Лазерные технологии». – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – Режим доступа: <http://books.ifmo.ru/book/442/>
2. CorelDraw: введение в графику - Режим доступа: <http://coreldraw.by.ru>.

Литература для обучающихся

1. Григорьянц А.Г., Сафонов А.Н. Лазерная техника и технология., т. 6. – М.: Высшая школа, 2008.
2. Лазеры в технологии. Под ред. М.Ф. Стельмаха. – М.: Энергия, 2015.
3. Таблицы физических величин. Справочник. Под. ред. акад. И.К. Кикоина. – М.: Атомиздат, 2006.
4. Рыкалин Н.Н., Углов А.А., Кокора А.Н. Лазерная обработка материалов. – М.: Машиностроение, 2015.
5. Кошкин Н.И., Ширкевич М.Г. Справочник по элементарной физике. – М.: Наука, 2008.

Электронные ресурсы для обучающихся:

1. Самоучитель по CorelDraw для начинающих - Режим доступа: <http://corell-doc.ru>
2. Уроки Корел Дро (Corel DRAW) для начинающих. - Режим доступа: <http://risuusam.ru>.

