

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение

города Калининграда Калининградский морской лицей

МАОУ КМЛ

ОДОБРЕНО

на заседании Педагогического
совета МАОУ КМЛ протокол № 6
от 16.06.2025г.

Введено в действие приказом
по МАОУ КМЛ от 16.06.2025г.
№252-о

Директор МАОУ КМЛ

_____ Н.В. Краснова

«16» июня 2025 года

**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
естественнонаучной направленности
«Оптика лазеров»**

Возраст обучающихся: 16-18 лет

Срок реализации программы: 9 месяцев

Авторы-составители:

Пчелинцева Т.Ю., учитель физики

Салова Л.В., учитель физики

Калининград 2025

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Описание предмета, дисциплины которому посвящена программа

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Оптика лазеров» направлена на формирование и развитие естественно-научных способностей обучающихся, удовлетворение индивидуальных потребностей в интеллектуальном развитии, на выявление талантливых и одаренных детей в области естественнонаучных дисциплин.

Раскрытие ведущих идей, на которых базируется программа

Ведущая идея данной программы — являются формирование научного мировоззрения учащихся. Лазерные технологии являются одним из наиболее перспективных и динамично развивающихся, направлений научно-технического процесса. По темпам роста мировой рынок лазерной техники и технологии уступает только ИТ. Лазерные технологии – это современная робототехника и автоматика, оптика и физика, информационные технологии, конструирование и дизайн, это перспективная и востребованная профессия, возможность самореализации в различных областях: организационно-управленческая, инженерная, научная.

Лазерные технологии – это интересная и увлекательная работа в области высоких технологий, на предприятиях и в исследовательских центрах, занимающихся разработкой новых технологий, оборудования и материалов для авиа-, судо- и автомобилестроения, ракетно-космической отрасли, в металлургии, в химической и нефтегазодобывающей промышленности не только в России, но и за рубежом.

Лазерные технологии - совокупность приёмов и способов обработки материалов и изделий с использованием лазерного оборудования.

Лазерные технологии 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. 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.

Обучение для создания векторных файлов происходит в программе CorelDraw – популярная и всемирно известная программа, главным предназначением которой являются создание и обработка выполненных в формате векторной графики документов.

Описание ключевых понятий, которыми оперируют авторы программы.

Ключевые понятия в программе этого курса – это те термины и концепции, которые используются для описания и объяснения явлений

природы, принципов работы и назначения лазеров как в жизни, так и на производстве и в промышленности.

На уроках данного курса в школе развивается ряд способностей, которые важны для успешного обучения и дальнейшего развития, появляются навыки и компетенции, которые позволят найти учащимся себя, свои интересы, а может в будущем способствуют выбору профессии. Ученики учатся логически мыслить, анализировать, решать задачи, проводить эксперименты, а также применять знания на практике. Изучение курса «Оптика лазеров» также способствует развитию познавательных способностей, таких как любопытство, критическое мышление и умение работать с информацией.

Ключевое понятие - основные способности, развиваемые на уроках физики:

- Логическое мышление:
- Аналитические способности:
- Умение решать задачи:
- Умение проводить эксперименты:
- Познавательные способности:
- Критическое мышление:
- Умение работать с информацией.
- Способность к обобщению;
- Логичность мышления;
- Гибкость и глубина, систематичность, рациональность и аргументированность рассуждений;
- Физическое восприятие и память.

В целом, уроки курса не только дают ученикам определенные знания по предмету, но и развивают у них универсальные способности, которые полезны во многих сферах жизни и учебы.

Направленность программы.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Оптика» имеет естественнонаучную направленность.

Уровень освоения программы.

Уровень освоения программы - базовый.

Актуальность образовательной программы.

Современное производство, компьютеризация общества, внедрение современных информационных технологий требуют огромного количества качественных знаний, умений, компетенций. Это предполагает определённый стиль мышления и знание разнообразных методов исследования. Владение исследовательскими методами имеет большое прикладное значение для саморазвития в естественнонаучных дисциплинах.

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. Освоив её школьники смогут ознакомиться с потенциалом лазеров в современном мире, узнать, как они работают и какое будущее ждет специалистов в области лазерной оптики.

Практическая значимость

Данная программа уникальна по своим возможностям и направлена на знакомство с современными технологиями и стимулированию интереса учащихся технологиям конструирования и моделирования.

Педагогическая целесообразность образовательной программы заключается в системном подходе к построению программы. Дифференцирование содержания позволит обучающимся успешно освоить программу, а также:

- взаимодействие педагога с ребенком на равных;
- использование на занятиях доступных для детей понятий и терминов, следование принципу «от простого к сложному»;
- учет разного уровня подготовки детей, опора на имеющийся у обучающихся опыт;- системность, последовательность и доступность излагаемого материала, изучение нового материала опирается на ранее приобретенные знания;

Практическая значимость образовательной программы.

Включение в данную программу примеров и задач, относящихся к вопросам техники, производства, морского дела, домашнего применения убеждают учащихся в значении физики для различных сфер человеческой деятельности, ее роли в современной культуре. Особое внимание в программе уделяется решению прикладных задач, чтобы обучающиеся имели возможность самостоятельно создавать, а не только анализировать уже готовые математические модели. При этом такие задачи требуют для своего решения, кроме вычислений и преобразований, еще и измерения. Эти задачи отличаются интересным содержанием, а также правдоподобностью описываемой в них жизненной ситуации. Такие задачи вызывают интерес у обучающихся, пробуждают любознательность и убеждают их в применении математики в различных жизненных ситуациях.

Значимость данной программы состоит в одновременном изучении основных теоретических, так и практических аспектов лазерных технологий, обеспечивает глубокое понимание инженерно-производственного процесса в целом. Вовремя прохождения программы, обучающиеся получают знания, умения и навыки, которые в дальнейшем позволят им самим планировать и осуществлять трудовую деятельность.

Принципы отбора содержания образовательной программы.

В основу программы заложены следующие основные педагогические принципы:

- принцип взаимодействия и сотрудничества;
- принцип единства развития, обучения и воспитания;
- принцип систематичности и последовательности;

- принцип доступности;
- принцип наглядности;
- принцип вариативности и вариантности.

Отличительной особенностью программы является применение модульного построения и формулирование заданий, содержащих новые профессиональные термины и понятия для морских инженеров. Развитие творческой и прикладной стороны мышления за счет включения методов познания: индукции и дедукции, обобщения и конкретизации, анализа и синтеза, классификации и систематизации, абстрагирования и аналогии.

Цель образовательной программы: развитие познавательной активности и творческих способностей обучающихся в процессе изучения курса «Оптика лазеров».

Задачи образовательной программы:

Образовательные:

- 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.

Воспитательные:

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

Развивающие:

- 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.

Психолого-педагогические характеристики обучающихся, участвующих в реализации образовательной программы

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа предназначена для детей в возрасте 17-18 лет, обучающихся в муниципальном автономном общеобразовательном учреждении города Калининграда Калининградском морском лицее.

Набор детей в объединение – свободный.

Особенности организации образовательного процесса.

На программу зачисляются обучающиеся МАОУ КМЛ. Программа объединения предусматривает индивидуальные, парные, групповые, фронтальные формы работы с детьми. Состав групп: от 10 до 30 человек.

Форма обучения по образовательной программе – очная.

Режим занятий, периодичность и продолжительность занятий

Общее количество часов – 68. Продолжительность занятий исчисляется в академических часах – 45 минут, между занятиями установлены 5-минутные перемены. Недельная нагрузка на одну группу: 2 часа. Занятия проводятся 1 раз в неделю.

Объем и срок освоения программы

Срок освоения программы – 9 месяцев.

На полное освоение программы требуется 68 часов.

Основные формы и методы

При организации образовательного процесса применяются следующие *формы занятий*:

- лекции с элементами беседы,
- вводные, эвристические и аналитические беседы,
- интерактивный урок-лекция;
- работа по группам,
- тестирование,
- выполнение творческих заданий,
- познавательные и интеллектуальные игры,
- практические занятия,
- консультации,
- семинары,
- практикумы.

Методы и приемы обучения:

- объяснительно – иллюстрированный
- репродуктивный
- частично – поисковый
- исследовательский

Планируемые результаты

личностные:

- формирование коммуникативной компетентности в общении и сотрудничестве со сверстниками, старшими и младшими в образовательной, общественно полезной, учебно-исследовательской, творческой и других видах деятельности;

- умение ясно, точно, грамотно излагать свои мысли в устной и письменной речи, понимать смысл поставленной задачи, выстраивать аргументацию, приводить примеры и контрпримеры;
- креативность мышления, инициатива, находчивость, активность при решении геометрических задач;

метапредметные:

- умение осуществлять контроль по результату и по способу действия на уровне произвольного внимания и вносить необходимые коррективы;
- умение адекватно оценивать правильность или ошибочность выполнения учебной задачи, её объективную трудность и собственные возможности её решения;
- умение устанавливать причинно-следственные связи, строить логическое рассуждение, умозаключение (индуктивное, дедуктивное и по аналогии) и выводы;
- понимание сущности алгоритмических предписаний и умение действовать в соответствии с предложенным алгоритмом;

предметные:

В результате освоения данной Программы учащиеся:

- научатся читать несложные чертежи; обращаться с измерительными 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.

Механизм оценивания образовательных результатов.

Для оценивания образовательных результатов обучающихся применяются следующие методы:

- Устный опрос.
- Отчет о практической работе.
- Викторина.
- Презентация реферата.
- Тестирование.

Критерии эффективности

Отмечается положительная динамика численности обучающихся.

Повышается эффективность проведения практических работ.

Повышается интерес к предмету (диагностика).

Формы подведения итогов реализации программы.

Начальный контроль в виде визуального наблюдения педагога за соблюдением обучающимися техники безопасности, поведением при работе с последующим обсуждением;

Текущий контроль (в течение всего учебного года) в виде визуального наблюдения педагога за процессом выполнения обучающимися практических работ, проектов, индивидуальных заданий, участия в предметной неделе по математике;

Промежуточный контроль (тематический) в виде предметной диагностики знания обучающимися пройденных тем;

Итоговый контроль (май) в виде изучения и анализа продуктов труда учащихся (проектов; сообщений, рефератов), процесса организации работы над продуктом и динамики личностных изменений

Текущий контроль предполагает проведение опроса, тестирования, выполнения электронных презентаций обучающимися по изучаемым темам, проблемам.

Организационно-педагогические условия реализации программы.

Образовательный процесс осуществляется на основе учебного плана, программы и регламентируется расписанием занятий. В качестве нормативно-правовых оснований проектирования данной программы выступает Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 г. №273- ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», приказ Министерства просвещения РФ от 09.11.2018 г. № 196 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам», Устав МАОУ Калининградского морского лицея, правила внутреннего распорядка обучающихся КМЛ. Указанные нормативные основания позволяют образовательному учреждению разрабатывать образовательные программы с учетом интересов и возможностей обучающихся.

Научно-методическое обеспечение реализации программы направлено на обеспечение широкого, постоянного и устойчивого доступа для всех участников образовательного процесса к любой информации, связанной с реализацией общеразвивающей программы, планируемыми результатами, организацией образовательного процесса и условиями его осуществления.

Социально-психологические условия реализации образовательной программы обеспечивают:

- учет специфики возрастного психофизического развития обучающихся;
- вариативность направлений сопровождения участников образовательного процесса (сохранение и укрепление психологического здоровья обучающихся);
- формирование ценности здоровья и безопасного образа жизни; дифференциация и индивидуализация обучения; мониторинг возможностей и способностей обучающихся, выявление и поддержка одаренных детей, детей с ограниченными возможностями здоровья;
- формирование коммуникативных навыков в разновозрастной среде и среде сверстников.

Кадровое обеспечение

Педагоги дополнительного образования имеют высшее педагогическое образование, специальных требований к квалификации педагога нет.

Материально-техническое обеспечение

Занятия проводятся в кабинете «Математика». Перечень оборудования и технических средств обучения сведен в таблицу

Перечень оборудования и технических средств обучения	Количество (шт.)
Библиотечный фонд (методические пособия). Раздаточный материал.	15
Оптический стенд «Геометрическая оптика»	1
Демонстрационный набор «Оптика»	1
Лазерно-технологический стенд «Лазерная металлообработка, Лазерная обработка неметаллических конструкционных материалов.	1
Сжатый воздух	1
Вытяжная система	1
Образцы: стальные, алюминиевые, латунные,	1
Фанера листовая	1
Акрил листовой	1
Микроскоп цифровой	1
Штангенциркуль	1
Исследовательский роботехнический стенд	1

Методическое обеспечение.

№ п/ п	Название
1	Использование средств ИКТ на занятиях (презентации, видеофильмы, обучающие игры, обучающие компьютерные программы, компьютеры, интерактивная доска, проектор);
2	Использование дидактического материала (карточки задания, схемы,

	таблицы, инструкции, практические задания);
3	Учебники, учебные пособия, журналы, книги;
4	Тематические подборки теоретического материала, игр, практических заданий; ☐ Ресурсы сети Internet.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

(68 часов, 2 часа в неделю)

№ п/ п	Наименование темы	Вид занятия	Содержание занятия
1.	Вводное занятие	лекция	Теория : История возникновения лазерной техники и лазерных технологий. Области науки, связанные лазерными технологиями. Области применения.
		экскурсия	Практика: знакомство со станком Посещение лаборатории лазерных и аддитивных технологий
2.	Создание и развитие лазерной техники	лекция	Свет и его свойства. Физические явления, лежащие в основе действия лазера. Основные составные части лазера и их назначение. Классификация лазеров.
		практическое занятие	Демонстрация работы твердотельных и газовых лазеров в составе технологических установок гравировки и резки. Демонстрация использования лазеров в контрольных/измерительных целях
3.	Взаимодействие лазерного излучения с веществом	лекция	Строение и свойства материалов. Структура и свойства кристаллов. Разновидности кристаллов. Металлы и сплавы. Жидкие кристаллы. Структура полимеров, стекла и керамики.
		лекция	Поглощение, отражение, преломление света. Передача энергии. Нагрев твердых тел и жидкостей. Механизмы плавления и разрушения материалов под действием лазерного излучения.

№ п/ п	Наименование темы	Вид занятия	Содержание занятия
		Практическое занятие	Лазерная обработка конструкционных материалов в испарительном режиме на установке FMark.
4.	Лазерные технологии обработки	лекция	Виды и способы лазерной обработки. Сварка, резка, наплавка, гравировка и маркировка.
		лекция	Состав и принцип работы лазерной технологической установки. Специфика применения технологий для разных видов материалов.
		Практическое занятие	Изучение устройства лазерных технологических установок FMark и установок лазерной резки и маркировки портального типа. Демонстрация установок в действии.
			Демонстрация использования лазерной технологической установки для сварки.
5.	Лазерные технологические комплексы	лекция	Основные понятия аддитивной технологии, принципы формирования изделий. Лазерные технологии в аддитивном производстве.
		лекция	Принципы управления технологическим процессом. Автоматизированные комплексы. е роботов для лазерной обработки.
		практическое занятие	Изучение устройства 3D принтера и демонстрация принтера в работе.
6.	Основы подготовки 2D и 3D цифровых моделей изделий.	лекция	Применение графических редакторов для подготовки 2D цифровых моделей изделий для лазерной установки FMark и установок планшетного типа.
		лекция	Основы формирования цифровых моделей для 3D принтеров.
		практическое занятие	Изучение технологических возможностей, управляющего софта и интерфейса установки FMark. Подготовка цифровой модели изделия и её реализация на установке FMark.

		практическое занятие	Изучение управляющего софта и интерфейса установок планшетного типа. Подготовка цифровой модели изделия и её реализация на установках планшетного типа.
		практическое занятие	Изучение технологических возможностей, управляющего софта и интерфейса 3D принтера. Подготовка цифровой 3D модели изделия. Печать изделия на принтере.
7.	Реализация цифровых проектов на учебных технологических установках.	лекция	Техника безопасности при работе на лазерных установках и устройствах 3D печати. Демонстрация безопасных приемов работы.
		практическое занятие	Выбор проектного облика изделия и формирование цифровой модели изделия применительно к установкам FMark и планшетного типа.
		практическое занятие	Выполнение проекта на установках FMark и планшетного типа.
		практическое занятие	Выбор проектного облика изделия и формирование цифровой модели изделия для печати изделия на 3D принтере.
		практическое занятие	Выполнение проекта на установках 3D принтере.

Учебный план

№ п.п	Тема	Всего	Теория	Практика	Форма аттестации и контроля
1	Введение	4	1	3	Опрос
2	Создание и развитие лазерной техники	6	2	4	Наблюдение, опрос
3	Взаимодействие лазерного излучения с веществом	6	2	4	Тест
4	Лазерные технологии обработки	8	2	6	Анализ практической деятельности
5	Лазерные технологические комплексы	8	2	6	

6	Основы подготовки 2D и 3D цифровых моделей изделий	16	2	14	Анализ практической деятельности
7	Реализация цифровых проектов на учебных технологических установках	20	2	18	Наблюдение, опрос
		68	14	54	

КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

№	Режим деятельности	Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа естественно-научной направленности «Оптика лазеров»
1.	Начало занятий	01 сентября
2.	Продолжительность учебного периода	34 учебных недели
3.	Продолжительность учебной недели	5 дней
4.	Периодичность учебных занятий	1 раз в неделю
5.	Количество часов	68 часа
6.	Окончание учебного года	24 мая
7.	Период реализации программы	01.09.2025-30.05.2026

Рабочая программа воспитания

Воспитательный компонент осуществляется по следующим направлениям организации воспитания и социализации обучающихся:

- 1) гражданско-патриотическое
- 2) нравственное и духовное воспитание;
- 3) воспитание положительного отношения к труду и творчеству;
- 4) интеллектуальное воспитание;
- 5) здоровьесберегающее воспитание;
- 6) правовое воспитание и культура безопасности;
- 7) воспитание семейных ценностей;
- 8) формирование коммуникативной культуры;
- 9) экологическое воспитание.

Цель – формирование гармоничной личности с широким мировоззренческим кругозором, с серьезным багажом теоретических знаний и практических навыков, посредством информационно-коммуникативных технологий.

Используемые формы воспитательной работы: викторина, экскурсии, игровые программы, диспуты.

Методы: беседа, мини-викторина, моделирование, наблюдения, столкновения взглядов и позиций, проектный, поисковый.

Планируемый результат: повышение мотивации к изобретательству и созданию собственных конструкций; сформированность настойчивости в достижении цели, стремление к получению качественного законченного результата; умение работать в команде; сформированность нравственного, познавательного и коммуникативного потенциалов личности.

Календарный план воспитательной работы

№ п / п	Название мероприятия, события	Направления воспитательной работы	Форма проведения	Срок и проведения
1.	Инструктаж по технике безопасности при работе с компьютерами, правилами поведения на занятиях	Безопасность и здоровый образ жизни	В рамках занятий	Сентябрь
2.	Игры на знакомство	Нравственное воспитание	В рамках занятий	Сентябрь-Май
3.	Беседа о сохранении материальных ценностей, бережном отношении к оборудованию	Гражданско-патриотическое воспитание, нравственное воспитание	В рамках занятий	Сентябрь-Май
4.	Защита проектов внутри группы	Нравственное воспитание, трудовое воспитание	В рамках занятий	Октябрь-Май
5.	Участие в соревнованиях различного уровня	Воспитание интеллектуально-познавательных интересов	В рамках занятий	Октябрь-Май
6.	Беседа о празднике «День учителя»	Нравственное воспитание, воспитание семейных ценностей	В рамках занятий	Октябрь
7.	Беседа о празднике «День матери в России»	Духовно-нравственное воспитание	В рамках занятий	Ноябрь
8.	Беседа о праздниках «День защитника Отечества», «День Победы»	Гражданско-патриотическое, нравственное и духовное воспитание;	В рамках занятий	Февраль, Апрель-Май

		воспитан иесемейных ценностей		
9.	Беседа о празднике «8 марта»	Гражданско- патриотическое, нравственное и духовное воспитание; воспитан иесемейных ценностей	В рам ках занятий	Март
1 0.	Открытые занятия для родителей	Воспитание положительного отношения к труду и творчеству; интеллектуальное воспитание; формирование коммуникативной культуры	В рам ках занятий	Декаб рь, Май

Список литературы

Нормативные правовые акты

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ.
2. Указ Президента Российской Федерации «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки» от 07.05.2021 № 599.
3. Указ Президента Российской Федерации «О мероприятиях по реализации государственной социальной политики» от 07.05.2012 № 597.
4. Распоряжение Правительства РФ от 30 декабря 2012 года № 2620-р.
5. Приказ Министерства просвещения РФ от 09.11.2018 года № 196 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам».
6. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно - эпидемиологические требования к организации воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».

Основная литература

7. Голубев В.С., Лебедев Ф.В. Физические основы технологических лазеров. – М.: Высшая школа, 2021. – 348 с.
8. Григорьянц А.Г. Основы лазерной обработки материалов. – М.: Машиностроение, 2021. – 236 с.
9. Рэди Дж.Ф. Действие лазерного излучения. – М.: Мир, 2021. – 451 с.
10. Вейко В.П., Либенсон М.Н. Лазерная обработка. – Л.: Лениздат, 2022. – 321 с.
11. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н. Лазерная техника и технология. Лазерная сварка металлов, т.1,2, 2021. – 354 с.
12. Вейко В.П. Лазерная микрообработка. Опорный конспект лекций. СПб: СПбГУ ИТМО, 2021. – 257 с.
13. Кошкин Н.И. Элементарная физика: справочник. – М.: Наука, 2021. – 356 с.
14. Шахно Е.А. Математические методы описания лазерных технологий. Учебное пособие. – СПб: СПбГИТМО (ТУ), 2021. – 247 с.

Дополнительная литература

15. Григорьянц А.Г., Сафонов А.Н. Лазерная техника и технология., т. 6 – М.: Высшая школа, 2021. – 259 с.
16. Лазеры в технологии. Под ред. М.Ф. Стельмаха. – М.: Энергия, 2022. – 365 с.
17. Таблицы физических величин. Справочник. Под. ред. акад. И.К. Кикоина. – М.: 2021. – 247 с.
18. Рыкалин Н.Н., Углов А.А., Кокора А.Н. Лазерная обработка материалов. – М.: 2022. – 421 с.
19. Кошкин Н.И., Ширкевич М.Г. Справочник по элементарной физике. – М.: Наука, 2021. – 364 с.

Интернет-ресурсы:

1. Министерство образования РФ: <http://www.informika.ru/>; <http://www.ed.gov.ru>; <http://www.edu.ru>
2. Тестирование online: 5-11 классы: <http://www.kokch.kts.ru/cdo>
3. Педагогическая мастерская, уроки в Интернет и многое другое: <http://teacher.fio.ru>
4. Новые технологии в образовании: <http://edu.secna.ru/main>
5. Путеводитель «В мире науки» для школьников: <http://www.uic.ssu.samara.ru/~nauka>
6. Мегаэнциклопедия Кирилла и Мефодия: <http://mega.km.ru>
7. Сайты «Мир энциклопедий», например: <http://www.rubricon.ru>; <http://www.encyclopedia.ru>