

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

Институт прикладной математики, физики и информатики
(Наименование института)



УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

К.С. Хорьков

2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ
(наименование дисциплины)

направление подготовки / специальность

12.04.05 Лазерная техника и лазерные технологии
(код и наименование направления подготовки (специальности))

направленность (профиль) подготовки

Твердотельные и полупроводниковые лазерные системы
(направленность (профиль) подготовки)

г. Владимир
Год 2021

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Основы конструирования лазерных технологических комплексов» является формирование у студентов знаний и понимания принципов, подходов и общих правил конструирования лазерных технологических комплексов как промышленного оборудования, отвечающего назначению и требованиям, предъявляемым к этим комплексам реальным производством. Для широкомасштабного внедрения в производство лазерных технологий необходимо создавать современные, надежные, высокопроизводительные, удобные и недорогие в эксплуатации лазерные технологические комплексы. Следовательно, для создания и освоения комплексов необходимо подготовить грамотных молодых специалистов, владеющих знаниями по основам конструирования лазерных технологических комплексов.

Задачи: теоретическая подготовка в области расчетов, разработки и конструирования, позволяющая будущим магистрам ориентироваться в научной и технической информации, и дающая им возможность избирательно пользоваться этой информацией в своей будущей работе; формирование творческого, аналитического мышления и стремления самостоятельно находить новые оригинальные конструкторские решения по созданию отдельных элементов, узлов, систем и комплексов в целом.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Основы конструирования лазерных технологических комплексов» относится к обязательным дисциплинам ОПОП.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	<p>УК-1.1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач</p> <p>УК-1.2. Умеет анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности.</p> <p>УК-1.3. Владеет методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий.</p>	<p>Знает принципы системного подхода при анализе проблемных ситуаций; основные проблемы и тенденции развития области профессиональной деятельности.</p> <p>Умеет описывать проблемную ситуацию как систему; создавать аналитические обзоры по заданной теме, сопоставляя данные различных источников с использованием критериального подхода.</p> <p>Владеет навыками разработки и содержательной аргументации стратегий решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарных подходов.</p>	Тестовые вопросы
УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Знает этапы жизненного цикла проекта, принципы формирования концепции проекта в рамках обозначенной проблемы, основные	Знает особенности проектной работы в области профессиональной деятельности,	Тестовые вопросы

	<p>требования, предъявляемые к проектной работе и критерии оценки результатов проектной деятельности.</p> <p>УК-2.2. Умеет разрабатывать концепцию проекта, формулируя цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения.</p> <p>УК-2.3 Владеет навыками составления плана реализации проекта и контроля его выполнения.</p>	<p>отечественные и международные стандарты по качеству.</p> <p>Умеет выявлять резервы и разрабатывать меры по обеспечению режима ресурсоэффективности при выполнении проекта; формировать план-график реализации проекта в целом и план-контроля его выполнения.</p> <p>Владеет навыками формулирования на основе поставленной проблемы проектной задачи и способа её решения через реализацию проектного управления; навыками организации и координации работы участников проекта и планирования последовательности шагов для достижения результата; навыками публичного представления результатов проекта (или отдельных его этапов) в форме отчётов, статей, выступлений на конференциях, семинарах и т.п.</p>	
<p>УК-6. Способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки</p>	<p>УК-6.1. Знает основы планирования профессиональной траектории с учетом особенностей профессиональной деятельности и требований рынка труда.</p> <p>УК-6.2. Умеет планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач, подвергать критическому анализу проделанную работу, находить и использовать имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития.</p> <p>УК-6.3. Владеет способами управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки и принципов образования в течение всей жизни.</p>	<p>Знает требования рынка труда в профессиональной области к уровню подготовки и способности самосовершенствования работников; способы повышения профессионального уровня.</p> <p>Умеет оценивать свою деятельность, соотносить цели, способы и средства выполнения деятельности с её результатами.</p> <p>Владеет навыками определения приоритетов своей деятельности, выстраивания и реализации траектории саморазвития.</p>	Тестовые вопросы
<p>ОПК-1. Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов</p>	<p>ОПК-1.1. Знает современную научную картину мира, правовые основы охраны объектов исследования, современные проблемы и специфику исследований и разработок в области лазерной техники, оптических материалов и лазерных технологий, отечественные и международные стандарты по качеству и особенности их применения в области лазерной техники и лазерных технологий.</p> <p>ОПК-1.2. Умеет выявлять естественнонаучную сущность проблемы, применять актуальную</p>	<p>Знает современные проблемы и специфику исследований и разработок в области лазерной техники, оптических материалов и лазерных технологий.</p> <p>Умеет выбирать и использовать адекватные поставленной задаче методы её решения, в том числе нетрадиционные и использующие междисциплинарные знания.</p>	КР

<p>правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учётом специфики исследований и разработки лазерной техники, оптических материалов и лазерных технологий</p>	<p>нормативную документацию в области профессиональной деятельности, выбирать и использовать адекватные поставленной задаче методы её решения, работать с записями по качеству. ОПК-1.3. Владеет навыками формулирования целей и задач исследований и разработок с учётом сложившихся норм и традиций научного познания мира, оценки патентоспособности технических и художественно-конструкторских решений, выработки стратегии и оценки достижимости решения задач исследований и разработок в области лазерной техники, оптических материалов и технологий с учётом правовых ограничений и соблюдения стандартов по качеству.</p>	<p>Владеет навыками оценки патентоспособности вновь созданных технических и художественно-конструкторских решений.</p>	
<p>ОПК-2. Способен организовать проведение научного исследования и разработку, представлять и аргументированно защищать полученные результаты интеллектуальной деятельности, связанные с методами и средствами оптических лазерных исследований</p>	<p>ОПК-2.1. Знает актуальную нормативную документацию в области профессиональной деятельности, методы и средства планирования и организации исследований и разработок, проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации, основные источники научно-технической информации в области лазерной техники и лазерных технологий, способы и средства представления результатов интеллектуальной деятельности. ОПК-2.2. Умеет обосновывать меры по обеспечению патентной чистоты объекта техники, применять нормативную документацию, связанную с проведением научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, применять методы проведения экспериментов, оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, в том числе на иностранном языке, представлять и аргументированно защищать полученные результаты интеллектуальной деятельности в области оптических и лазерных исследований. ОПК-2.3. Владеет навыками оформления отчёта о патентных исследованиях, составления планов проведения исследований и разработок, организации сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок, в том числе на иностранном языке, навыками сбора, обработки, анализа и обобщения и представления научных данных, результатов экспериментов и наблюдений.</p>	<p>Знает методы определения патентной чистоты объекта техники; методы и средства планирования и организации исследований и разработок; методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации. Умеет обосновывать меры по обеспечению патентной чистоты объекта техники; применять нормативную документацию, связанную с проведением научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; применять методы проведения экспериментов; оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, в том числе на иностранном языке. Владеет навыками оформления отчёта о патентных исследованиях; навыками организации сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок, в том числе на иностранном языке; навыками сбора, обработки, анализа и обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений; навыками составления отчётов по теме или по результатам проведённых исследований; навыками публичного представления и защиты</p>	<p>Тестовые вопросы, КР</p>

		полученных результатов интеллектуальной деятельности	
ОПК-3. Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	<p>ОПК-3.1. Знает требования информационной безопасности, информационно-коммуникационные технологии, используемые при решении прикладных и фундаментальных задач в области профессиональной деятельности, роль междисциплинарного подхода в современной методологии научного познания.</p> <p>ОПК-3.2. Умеет применять существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учётом требований информационной безопасности, предлагать собственные идеи и подходы к решению инженерных задач.</p> <p>ОПК-3.3. Владеет навыками предварительной оценки по различным критериям и сравнения альтернатив при выборе информационно-коммуникационных технологий для решения задач в области профессиональной деятельности, а также навыками использования междисциплинарных знаний при решении инженерных и научных задач в области профессиональной деятельности.</p>	<p>Знает: требования информационной безопасности; информационно-коммуникационные технологии, используемые при решении прикладных и фундаментальных задач в области профессиональной деятельности; роль междисциплинарного подхода в современной методологии научного познания.</p> <p>Умеет: применять существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учётом требований информационной безопасности; предлагать собственные идеи и подходы к решению инженерных задач.</p> <p>Владеет: навыками предварительной оценки по различным критериям и сравнения альтернатив при выборе информационно-коммуникационных технологий для решения задач в области профессиональной деятельности; навыками использования междисциплинарных знаний при решении инженерных и научных задач в области профессиональной деятельности.</p>	Тестовые вопросы

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов

Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Организация процесса	2	1-4	4	5	-	-	29	-

	проектирования лазерных технологических комплексов								
2	Основные типы универсальных лазерных технологических комплексов и особенности их конструирования	2	5-9	5	10	-	-	29	Рейтинг-контроль №1
3	Специальные, специализированные и комбинированные лазерные комплексы	2	10-14	5	11	-	-	29	Рейтинг-контроль №2
4	Тенденции развития лазерного технологического оборудования	2	15-18	4	10	-	-	30	Рейтинг-контроль №3
Всего за 2 семестр:			18	18	36	-	-	117	Экзамен, 45 ч.
Наличие в дисциплине КП/КР					+				КР
Итого по дисциплине			18	18	36	-	-	117	Экзамен, 45 ч., КР

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Организация процесса проектирования лазерных технологических комплексов.

Тема 1. Требования к технологическим лазерам, лазерным комплексам и к их основным системам, как промышленному оборудованию (2 часа).

Тема 2. Разработка технологического задания на создание автоматизированного лазерного технологического комплекса (1 час).

Тема 3. Этапы проектирования автоматизированных лазерных технологических комплексов (1 час).

Раздел 2 Основные типы универсальных лазерных технологических комплексов и особенности их конструирования.

Тема 1. Классификация лазерных технологических комплексов. Лазерные комплексы с манипуляторами обрабатываемых изделий (2 часа).

Тема 2. Лазерные технологические комплексы с манипуляторами оптики и излучения (1 час).

Тема 3. Лазерные технологические комплексы смешанного типа (1 час).

Раздел 3. Специальные, специализированные и комбинированные лазерные комплексы.

Тема 1. Специальные и специализированные лазерные комплексы (3 часа).

Тема 2. Комбинированные комплексы. Гибкие перестраиваемые комплексы (3 часа).

Раздел 4. Организация процесса проектирования лазерных технологических комплексов.

Тема 1. Совершенствование конструкций технологических лазеров и комплексов (2 часа).

Тема 2. Экономические тенденции и развитие организации производства комплексов (2 часа).

Содержание практических занятий по дисциплине

Практическая работа №1. Организация процесса проектирования лазерных технологических комплексов.

Практическая работа №2. Основные типы универсальных лазерных технологических комплексов и особенности их конструирования.

Практическая работа №3. Специальные и специализированные лазерные технологические комплексы.

Практическая работа №4. Тенденции развития лазерного технологического оборудования.

Практическая работа №5. Разработка алгоритмов обработки деталей на лазерных технологических комплексах.

Практическая работа №6. Техническое обслуживание лазерных технологических комплексов.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости.

Контрольные вопросы и задания к рейтинг-контролю №1.

1. Требования к технологическим лазерам, связанные с их назначением.
2. Требования к лазерным технологическим комплексам, связанные с экономикой эксплуатации и с изготовлением.
3. Основные принципы конструирования лазерных технологических комплексов.
4. Основные параметры лазера и технологического поста, указываемые в технологическом задании на создание лазерного технологического комплекса.
5. Требования к системе управления лазером и автоматизированным лазерным технологическим комплексом, указываемые в технологическом задании на создание комплекса.
6. Необходимость, назначение и структура технологического задания на разработку автоматизированного лазерного технологического комплекса.
7. Этапы проектирования автоматизированных лазерных технологических комплексов.
8. Структурно-функциональная схема типового автоматизированного лазерного технологического комплекса.
9. Работы, выполняемые на этапе разработки технического проекта автоматизированного лазерного технологического комплекса.

Контрольные вопросы и задания к рейтинг-контролю №2.

1. Лазерные технологические комплексы с манипуляторами оптики и излучения. Состав, сферы применения, концепции построения и особенности конструирования.
2. Лазерные технологические комплексы с манипуляторами обрабатываемых изделий. Состав, сферы применения, концепции построения и особенности конструирования.
3. Лазерные технологические комплексы смешанного типа. Варианты количества, сферы применения и особенности конструирования.
4. Комбинированные лазерные технологические комплексы. Гибкие перестраиваемые системы.
5. Специальные и специализированные лазерные комплексы.
6. Лазер – роботы. В чем их принципиальное отличие от других лазерных технологических комплексов? Какие факторы нужно учитывать при выборе концепции и кинематики лазер – работа?
7. Дать определение понятиям: «рабочее пространство», «граница достижимости».

Контрольные вопросы и задания к рейтинг-контролю №3.

1. В чем принципиальная разница в подходах к проектированию универсальных, специализированных и специальных лазерных технологических комплексов? В каких случаях предпочтительно использование (проектирование) тех или иных комплексов?

2. Исходные данные необходимые для разработки оптико-фокусирующих головок (ОФГ). Решаемые вопросы и последовательность их решения при проектировании ОФГ.

3. Оптическое преобразование светового потока лазерной головкой (схематично). Оптическая функциональность лазерных головок.

4. Функция юстировки ОФГ. Взаимное положение сопла лазерной головки, детали и лазерного пучка (схематично). В чем заключаются технологические функции.

5. В чем принципиальная разница между ОФГ для комплексов с твердотельными, газовыми лазерами, с небольшими мощностями (до 1 кВт) и высокомоощными (>3-5 кВт) лазерами, с однолучевыми и многоканальными лазерами.

6. Тенденции развития лазерного технологического оборудования.

7. Что дает руководство принципом «построение конструкций на базе передовых технологий, повсеместное сокращение объема механической обработки.

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (экзамен).

Вопросы к экзамену.

1. Требования к лазерам и лазерным комплексам, как к промышленному оборудованию.

2. Какие исходные данные требуются для проектирования резонатора лазера и какие работы выполняются на этапе проектирования?

3. Основные принципы конструирования технологических лазеров. В чем важность формулирования этих принципов и соблюдения их при создании лазеров?

4. Лазерные технологические комплексы с манипуляторами обрабатываемых изделий. На какие виды подразделяются и в каких случаях предпочтительно их использовать.

5. Техническое задание (ТЗ) на создание автоматизированного лазерного технологического комплекса. В чем особенность ТЗ, из каких основных разделов состоит, какие вопросы и параметры там должны быть освещены, кто разрабатывает проект ТЗ, кто согласовывает, кто утверждает?

6. Лазерные технологические комплексы с манипуляторами оптики. На какие типы подразделяются и в каких случаях предпочтительно их использовать?

7. Структурно – функциональная схема автоматизированного лазерного технологического комплекса. Назначение и взаимосвязь основных систем и элементов комплекса.

8. Лазерные технологические комплексы смешанного (по манипулированию) типа. На какие виды подразделяются и в каких случаях предпочтительно их использовать?

9. Из каких этапов состоит процесс проектирования лазерных комплексов? В чем необходимость разделения процесса на этапы, какой круг задач решается на каждом этапе, можно ли обойтись без этих этапов?

10. Лазер – роботы. В чем необходимость в лазер – роботах, в чем их принципиальная особенность, какими основными параметрами характеризуются технологические возможности лазер – роботов?

11. Какая цель ставится и какие вопросы решаются, создавая экспериментальный образец и опытно – промышленный образец автоматизированного лазерного технологического комплекса?

12. Какие исходные данные требуются для проектирования стола – манипулятора и какие вопросы в какой последовательности решаются на этапе проектирования?

13. Классификация лазерных технологических комплексов. На какие виды подразделяются универсальные лазерные технологические комплексы?

14. Для чего и какие приспособления и технологическая оснастка разрабатывается и применяются в автоматизированных лазерных технологических комплексах, какие функции они выполняют и какие требования к ним предъявляются?

15. Перечислите основной состав оборудования типичного технологического поста и от каких факторов зависят тип, концепция, состав, структура и конструкция поста.

16. Какие исходные данные требуются для проектирования системы вакуумирования и газообеспечения лазерного технологического комплекса и какие вопросы решаются (разрабатываются) на базе этих данных в процессе проектирования?

17. Исходные данные необходимые для разработки оптико-фокусирующих головок (ОФГ). Решаемые вопросы и последовательность их решения при проектировании ОФГ.

18. Функция юстировки ОФГ. Взаимное положение сопла лазерной головки, детали и лазерного пучка (схематично). В чем заключаются технологические функции.

19. Тенденции развития лазерного технологического оборудования.

20. Что дает руководство принципом «построение конструкций на базе передовых технологий, повсеместное сокращение объема механической обработки».

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Вопросы для контроля самостоятельной работы.

1. Мероприятия, средства и организация безопасности эксплуатации лазерного технологического комплекса.

2. Какими исходными данными, факторами и аргументами руководствуются при принятии решения какой типа лазерного технологического комплекса спроектировать: с манипулятором оптики, с манипулятором изделия и смешанный?

3. Работы, выполняемые на этапе разработки рабочего проекта автоматизированного лазерного технологического комплекса.

4. Лазер – роботы, в чем их принципиальная особенность, какими основными параметрами характеризуются?

5. Основные принципы конструирования технологических лазеров.

6. Промышленные роботы.

7. Алгоритм подготовки и обработки деталей к лазерной закалке.

8. Твердость, виды, понятия.

9. Основной элементный состав лазерного технологического комплекса.

10. Лабораторный анализ закаленного лазером образца детали.

11. Особенности мощных диодных лазерных источников.

12. Особенности мощных CO₂ лазерных источников.

13. Особенности мощных твердотельных лазерных источников.

14. Особенности мощных многолучевых лазерных источников, их преимущества и недостатки.

15. Роботизированные комплексы, области применения.

16. Основы автоматизации производства.

17. Комплексы для лазерной резки.

18. Комплексы для лазерной наплавки.

19. Комплексы для лазерной сварки.

20. Лазерно-дуговая сварка.

Темы курсовых работ

1. Лазерные технологические комплексы.

2. Повышение эффективности резки алюминиевых сплавов комбинированным лазерным лучом.

3. Технология селективного лазерного плавления.

4. Волоконно-оптическая система транспортировки лазерного излучения для обработки материалов.

5. Оптика современных лазеров.
6. Лазерное упрочнение металлических материалов, лазерные комплексы термоупрочнения.
7. Обзор технологий и лазерных комплексов для быстрого прототипирования.
8. Лазерная сварка, материалы, технологии и комплексы.
9. Светолучевые и светолазерные технологии.
10. Лазерные комплексы специального назначения.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература*		
1. Латыев С.М. Основы конструирования опτικο-электронных приборов и систем. Сборник задач : учебное пособие для самостоятельной работы по дисциплине «Основы конструирования опτικο-электронных приборов и систем» / Латыев С.М., Иванов А.Н. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2015. — 57 с.	2015	https://www.ipr-bookshop.ru/68676.html
2. Федоров Б.М. Технология и оборудование лазерной обработки. Часть 2 : методические указания к лабораторным работам по курсу «Технология лазерной обработки» / Федоров Б.М., Смирнова Н.А. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2014. — 36 с. — ISBN 978-5-7038-3831-0.	2014	https://www.ipr-bookshop.ru/31648.html
Богданов, А. В. Волоконные технологические лазеры и их применение : учебное пособие для вузов / А. В. Богданов, Ю. В. Голубенко. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 236 с. — ISBN 978-5-8114-8771-4.	2021	https://e.lanbook.com/book/180816
Дополнительная литература		
1. Федосов, С. А. Основы технологии сварки : учебное пособие / Федосов С. А. , Оськин И. Э. 3-е изд. , испр. - Москва : Машиностроение, 2021. - 125 с. - ISBN 978-5-907104-69-3.	2021	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785907104693.html
2. Аракелян, С. М. Введение в фемтонанофотонику : фундаментальные основы и лазерные методы управляемого получения и диагностики наноструктурированных материалов : учебное пособие / С. М. Аракелян, А. О. Кучерик, В. Г. Прокошев, В. Г. Рау, А. Г. Сергеев; под общ. ред. С. М. Аракеляна - Москва : Логос, 2017. - 744 с. - ISBN 978-5-98704-812-2.	2017	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987048122.html

6.2. Периодические издания

- Журнал «Вестник Российской академии наук».
- Журнал «Автоматизация. Современные технологии».
- Журнал «Автоматизация в промышленности».

6.3. Интернет-ресурсы

1. ООО ОКБ «Буллат» Лазерное оборудование и технологии <https://www.laser-bulat.ru>
2. Лазерные технологии «Лазертех» <https://www.laserteh.spb.ru>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Практические работы проводятся в аудиториях 106-3, 107-3, 105-3, 118-4.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения MS Word, MS Excel, Matlab.

Рабочую программу составил
д. т. н., профессор кафедры ФиПМ _____ В.И. Югов

(должность, ФИО, подпись)

Рецензент
Генеральный директор ООО «ВладИнТех» _____ А.В. Осипов

(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ
Протокол №1 от 30.08.2021 года
Заведующий кафедрой _____ С.М. Аракелян

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
на заседании учебно-методической комиссии направления 12.04.05 «Лазерная техника и
лазерные технологии».

Протокол №1 от 30.08.2021 года
Председатель комиссии _____ С.М. Аракелян

(ФИО, должность, подпись)

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 2022 / 2023 учебный года

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.2021 года

Заведующий кафедрой _____ С.М. Аракелян

Рабочая программа одобрена на 20 ____ / 20 ____ учебный года

Протокол заседания кафедры № ____ от ____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20 ____ / 20 ____ учебный года

Протокол заседания кафедры № ____ от ____ года

Заведующий кафедрой _____