

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

_____ 08 _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКЕ»

(наименование дисциплины)

направление подготовки / специальность

12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии

(код и наименование направления подготовки (специальности))

направленность (профиль) подготовки

Лазерные и квантовые технологии

(направленность (профиль) подготовки)

г. Владимир
Год 2021

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Математическое моделирование в лазерной физике» является ознакомление с физическими основами решения прикладных задач нелинейной оптики. Здесь следует выделить разработки в области создания новых волоконных лазеров, основанных на эффекте комбинационного рассеяния света, устройств по сжатию световых импульсов, генерации оптических солитонов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Математическое моделирование в лазерной физике» относится к обязательным дисциплинам учебного плана.

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	
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и технологиями производства лазерной техники	ОПК-1.1. Знает основные законы естественных наук; правила оформления чертежей и конструкторской документации; методы математического анализа и моделирования; основные законы и методы инженерных дисциплин; понимать основные принципы разработки и производства элементов и устройств лазерной техники, лазерных технологических установок, а также оптических материалов и элементов; ОПК-1.2. Умеет применять естественнонаучные и инженерные знания для проектирования, конструирования и производства лазерной техники; ОПК-1.3. Владеет методами расчетов и проектирования технологий и исследований на основе естественнонаучных и инженерных знаний; методами и компьютерными системами, используемыми при моделировании и проектировании лазерных установок, комплексов, систем и лазерных технологий; обработки экспериментальных данных.	Знать: - основные законы естественных наук; - правила оформления чертежей и конструкторской документации; - методы математического анализа и моделирования; - основные законы и методы инженерных дисциплин; - понимать основные принципы разработки и производства элементов и устройств лазерной техники, лазерных технологических установок, а также оптических материалов и элементов. Уметь: - применять естественнонаучные и инженерные знания для проектирования, конструирования и производства лазерной техники. Владеть: - методами расчетов и проектирования технологий и исследований на основе естественнонаучных и инженерных знаний; - методами и компьютерными системами, используемыми при моделировании и проектировании лазерных установок, комплексов, систем и лазерных технологий; - навыками обработки экспериментальных данных.	Тестовые вопросы Ситуационные задачи Практико-ориентированное задание
ОПК-3 Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и	ОПК-3.1. Знает физические основы и принципы функционирования оптических квантовых генераторов; методы и средства лазерных измерений; принципы	Знать: - физические основы и принципы функционирования оптических квантовых генераторов; - методы и средства лазерных измерений;	Тестовые вопросы Ситуационные задачи

<p>представлять полученные данные с учётом специфики методов и средств лазерных исследований и измерений</p>	<p>организации и проведения экспериментальных исследований; методы системного анализа; ОПК-3.2. Умеет оценивать параметры выходного излучения; использовать лазерные контрольно-измерительные приборы для решения задач лазерной техники и лазерных технологий; анализировать функциональные и принципиальные схемы оптических контрольно-измерительных устройств; работать на основных измерительных оптических приборах; составлять схемы для проведения экспериментальных исследований; обрабатывать, анализировать, представлять и оформлять результаты экспериментальных исследований; ОПК-3.3. Владеет навыками работы со средствами лазерных измерений; типовыми методиками выполнения лазерных измерений различных величин и характеристик; навыками выполнения измерений, обработки данных измерительных наблюдений, получения результатов измерений и оценки погрешностей; современными методами и средствами измерения, поверки и контроля с использованием информационных систем.</p>	<p>- принципы организации и проведения экспериментальных исследований; - методы системного анализа. Уметь: - оценивать параметры выходного излучения; - использовать лазерные контрольно-измерительные приборы для решения задач лазерной техники и лазерных технологий; - анализировать функциональные и принципиальные схемы оптических контрольно-измерительных устройств; - работать на основных измерительных оптических приборах; - составлять схемы для проведения экспериментальных исследований; - обрабатывать, анализировать, представлять и оформлять результаты экспериментальных исследований. Владеть: - навыками работы со средствами лазерных измерений; - типовыми методиками выполнения лазерных измерений различных величин и характеристик; - навыками выполнения измерений, обработки данных измерительных наблюдений, получения результатов измерений и оценки погрешностей; современными методами и средствами измерения, поверки и контроля с использованием информационных систем.</p>	<p>Практико-ориентированное задание</p>
<p>ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-4.1. Знать общие понятия теории информации; основные методы представления и обработки информации в современных ЭВМ; методы настройки программных средств под конкретные условия задачи; понимать принципы взаимодействия с памятью и вычислительными мощностями компьютера; ОПК-4.2. Умеет работать с информацией в глобальных компьютерных сетях; составлять алгоритмы и программы для решения задач в области лазерной техники и лазерных технологий; выполнять научные эксперименты в области</p>	<p>Знать: - общие понятия теории информации; - основные методы представления и обработки информации в современных ЭВМ; - методы настройки программных средств под конкретные условия задачи; - понимать принципы взаимодействия с памятью и вычислительными мощностями компьютера. Уметь: - работать с информацией в глобальных компьютерных сетях; - составлять алгоритмы и программы для решения задач в области лазерной техники и лазерных технологий;</p>	<p>Тестовые вопросы Ситуационные задачи Практико-ориентированное задание</p>

	<p>лазерной техники и лазерных технологий с использованием современных инструментальных и вычислительных средств; ОПК-4.3. Владеет современными офисными пакетами, стандартными библиотеками; навыками работы с информацией в глобальных компьютерных сетях; основными приемами компьютерной обработки экспериментальных данных; навыком реализации программы для управления сложными системами; современными языками программирования при конструировании программ; навыками и приемами структурного программирования, способами записи и документирования алгоритмов и программ, способами отладки и испытания программ.</p>	<p>- выполнять научные эксперименты в области лазерной техники и лазерных технологий с использованием современных инструментальных и вычислительных средств. Владеть: - современными офисными пакетами, стандартными библиотеками; - навыками работы с информацией в глобальных компьютерных сетях; - основными приемами компьютерной обработки экспериментальных данных; - навыком реализации программы для управления сложными системами; - современными языками программирования при конструировании программ; - навыками и приемами структурного программирования, способами записи и документирования алгоритмов и программ, способами отладки и испытания программ.</p>	
<p><i>ПК-1</i> Способен анализировать задачи по проектированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем</p>	<p>ПК-1.1. Знает элементную базу лазерной техники; основные типы и характеристики оптических систем лазерных оптико-электронных приборов и оборудования; методы работы с научно-технической литературой и информацией; ПК-1.2. Умеет определять параметры и характеристики элементов лазерных систем и технологий для заданных условий и режимов эксплуатации; анализировать взаимодействие лазерного излучения с материалами и средами; применять информационные ресурсы и технологии; представлять информацию в систематизированном виде; работать с научно-технической литературой и информацией; ПК-1.3. Владеет навыками работы со средствами компьютерного проектирования, использующимися при конструировании узлов и блоков лазерных комплексов; навыками проектирования типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-</p>	<p>Знать: - элементную базу лазерной техники; - основные типы и характеристики оптических систем лазерных оптико-электронных приборов и оборудования; - методы работы с научно-технической литературой и информацией. Уметь: - определять параметры и характеристики элементов лазерных систем и технологий для заданных условий и режимов эксплуатации; - анализировать взаимодействие лазерного излучения с материалами и средами; - применять информационные ресурсы и технологии; - представлять информацию в систематизированном виде; - работать с научно-технической литературой и информацией. Владеть: - навыками работы со средствами компьютерного проектирования, использующимися при конструировании узлов и блоков лазерных комплексов; - навыками проектирования типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем.</p>	<p>Тестовые вопросы Ситуационные задачи Практико-ориентированное задание</p>

	электронных приборов и систем.		
<i>ПК-3</i> Способен рассчитывать, проектировать и конструировать типовые системы, приборы, узлы и детали лазерной техники, лазерных опико-электронных приборов и систем	<p>ПК-3.1. Знает основные типы и характеристики оптических систем лазерных опико-электронных приборов, оборудования и технологий; принципы конструирования лазерных опико-электронных приборов, их узлов и элементов; элементную базу, используемую в изделиях лазерной техники; методы работы с научно-технической литературой и информацией; правила оформления чертежей и конструкторской документации; компьютерные технологии моделирования и конструирования лазерных опико-электронных приборов</p> <p>ПК-3.2. Умеет рассчитывать параметры и характеристики оптического узла лазерных приборов и систем; разрабатывать конструкторскую документацию; конструировать типовые детали и узлы лазерной техники; подбирать по заданным параметрам и характеристикам элементную базу лазерных приборов и систем; применять информационные ресурсы и технологии; анализировать, представлять и оформлять результаты проектно-конструкторской деятельности при разработке лазерных приборов, систем и технологий;</p> <p>ПК-3.3. Владеет прикладными программами расчёта лазерных опико-электронных приборов; компьютерными технологиями расчёта и конструирования лазерных опико-электронных приборов.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные типы и характеристики оптических систем лазерных опико-электронных приборов, оборудования и технологий; - принципы конструирования лазерных опико-электронных приборов, их узлов и элементов; элементную базу, используемую в изделиях лазерной техники; - методы работы с научно-технической литературой и информацией; - правила оформления чертежей и конструкторской документации; - компьютерные технологии моделирования и конструирования лазерных опико-электронных приборов. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать параметры и характеристики оптического узла лазерных приборов и систем; - разрабатывать конструкторскую документацию; - конструировать типовые детали и узлы лазерной техники; - подбирать по заданным параметрам и характеристикам элементную базу лазерных приборов и систем; - применять информационные ресурсы и технологии; - анализировать, представлять и оформлять результаты проектно-конструкторской деятельности при разработке лазерных приборов, систем и технологий. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - прикладными программами расчёта лазерных опико-электронных приборов; - компьютерными технологиями расчёта и конструирования лазерных опико-электронных приборов. 	Тестовые вопросы Ситуационные задачи Практико-ориентированное задание
<i>ПК-4</i> Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки по отдельным разделам темы в области лазерных и квантовых технологий	<p>ПК-4.1. Знает методы и средства планирования и организации исследований и разработок в области лазерных и квантовых технологий, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации. методы организации труда и управления персоналом; теоретические основы лазерных и квантовых технологий, методические и организационные аспекты</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы и средства планирования и организации исследований и разработок; - методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации; - методы организации труда и управления персоналом; - теоретические основы лазерных и квантовых технологий, методические и организационные аспекты осуществления научно-исследовательской и опытно- 	Тестовые вопросы Ситуационные задачи Практико-ориентированное задание

	<p>осуществления научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности в профессиональной деятельности;</p> <p>ПК-4.2. Умеет находить аналитические решения задач квантовой теории; практически применять теоретические знания при решении физических задач; проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки в сфере лазерных и квантовых технологий.</p> <p>ПК-4.3. Владеет методами организации и проведения измерений и исследований в области лазерных и квантовых технологий, включая планирование, разработку, организацию и проведение исследований; навыки применения математического аппарата для решения типовых задач квантовой механики.</p>	<p>конструкторской деятельности в профессиональной деятельности.</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - находить аналитические решения задач квантовой теории; - практически применять теоретические знания при решении физических задач; - проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки в сфере лазерных и квантовых технологий. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами организации и проведения измерений и исследований в области лазерных и квантовых технологий, включая планирование, разработку, организацию и проведение исследований; - навыками применения математического аппарата для решения типовых задач квантовой механики. 	
--	--	---	--

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов

Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Влияние нелинейно-дисперсионных эффектов на распространения световых импульсов в оптических средах	6	1	2	-	2	2	12	
2	Численные методы анализа нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных. Нелинейное уравнение Шредингера (НУШ).	6	2-8	14	-	6	1	12	Рейтинг-контроль №1
3	Моделирование процессов распространения лазерного излучения в дисперсионно-нелинейных средах	6	9-12	8	-	6	2	12	Рейтинг-контроль №2
4	Системы генерации и нелинейного преобразования лазерных сигналов	6	13-18	12	-	4	2	18	Рейтинг-контроль №2
Всего за бсеместр				36	-	18	-	54	Зачёт с оценкой
Наличие в дисциплине КИ/КР		-	-	-	-	-	-	-	-
Итого по дисциплине			18	36	-	18	-	54	Зачёт с оценкой

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Тема 1. Влияние нелинейно-дисперсионных эффектов на распространения световых импульсов в оптических средах.

1.1. Волоконные световоды: изготовление и материалы.

1.2 Основы теории хроматической дисперсии. Волновые пакеты в диспергирующих средах. Фазовая и групповая скорости.

1.3 Нелинейные эффекты в волоконных световодах. Кубичный отклик среды.

Тема 2. Численные методы анализа нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных. Нелинейное уравнение Шредингера (НУШ).

2.1. Нелинейное уравнение Шредингера (НУШ).

2.2 Метод расщепления по физическим факторам.

2.3 Случай сверхкоротких импульсов: нестационарные нелинейно-дисперсионные эффекты.

Тема 3. Моделирование процессов распространения лазерного излучения в дисперсионно-нелинейных средах.

3.1 Распространение оптических импульсов в среде с дисперсией.

3.2 Распространение оптических импульсов в среде с дисперсией и нелинейностью.

3.3 Несимметрические трансформации импульса. Третье приближение теории дисперсии.

3.4 Образование ударной волны огибающей.

Тема 4. Системы генерации и нелинейного преобразования лазерных сигналов.

4.1 Вынужденное рассеяние Мандельштама Бриллюэна.

4.2 ВРМБ-лазеры.

4.3 Оптические солитоны: фундаментальные солитоны и солитоны высших порядков.

4.4 Передача информации на оптических солитонах.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине

Л.Р.№1. «Расчет параметров волоконных световодов».

Л.Р.№2. «Изучение дисперсных характеристик в волоконных световодах».

Л.Р.№3. «Моделирование уравнение распространения в чистом дисперсионном режиме».

Л.Р.№4. «Моделирование распространения оптических импульсов в дисперсионно-нелинейной среде».

Л.Р.№5. «Моделирование образования ударной волны огибающей».

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

Вопросы для рейтинг-контроля

Рейтинг-контроль № 1

1. Физические характеристики оптических сред: коэффициенты преломления и поглощения.

2. Оптические потери в световодах.

3. Вынужденное комбинационное рассеяние.

4. Вынужденное рассеяние Мандельштама Бриллюэна.

5. Динамика волны накачки и стоксовой волны при вынужденном рассеянии Мандельштама-Бриллюэна. Порог ВРМБ.

6. Основы теории хроматической дисперсии. Волновые пакеты в диспергирующих средах. Фазовая и групповая скорости.

7. Преобразование формы и спектра импульса в дисперсионных средах.

8. Самофокусировка оптических импульсов.

9. Нелинейные эффекты высших порядков. Образование ударной волны огибающей.

10. Генерация суммарных и разностных частот. Параметрические солитоны.
11. Нелинейные эффекты в волоконных световодах. Кубичный отклик среды.

Рейтинг-контроль № 2

1. Нелинейное уравнение Шрёдингера (НУШ).
2. Обобщённое нелинейное уравнение Шрёдингера.
3. Уравнение Гинзбурга-Ландау.
4. Фазовая кросс-модуляция (ФКМ), фазовая самомодуляция (ФСМ).
5. Оптические солитоны: фундаментальные солитоны и солитоны высших порядков.
6. Метод обратной задачи рассеяния при решении НУШ.
7. Фурье-метод расщепления по физическим факторам. Общие принципы.
8. Нормировка нелинейного уравнения Шрёдингера.
9. Коммутатор Бейкера-Хаусдорфа.
10. Решение НУШ разностными методами.

Рейтинг-контроль № 3

1. Уравнения Максвелла. Основное уравнение распространения.
2. Волоконные световоды: изготовление и материалы.
3. Оптические импульсы. Модели световых импульсов.
4. Экспериментальное наблюдение вынужденного рассеяния Мандельштама-Бриллюэна. Волоконные ВРМБ-лазеры.
5. Несимметрические трансформации импульса. Третье приближение теории дисперсии.
6. Передача информации в волоконных системах связи.
7. Взаимодействие оптических солитонов.
8. Сжатие оптических импульсов: волоконно-решетчатые компрессоры.
9. Сжатие оптических импульсов: компрессоры на многосолитонном сжатии.
10. Параметрическое взаимодействие фемтосекундных импульсов: генерация второй гармоники (ГВГ).
11. Параметрическое усиление коротких импульсов.
12. Волоконные лазеры.

Вопросы к зачёту с оценкой

1. Уравнения Максвелла. Основное уравнение распространения.
2. Физические характеристики оптических сред: коэффициенты преломления и поглощения.
3. Волоконные световоды: изготовление и материалы.
4. Оптические импульсы. Модели световых импульсов.
5. Оптические потери в световодах.
6. Вынужденное комбинационное рассеяние.
7. Вынужденное рассеяние Мандельштама Бриллюэна.
8. Динамика волны накачки и стоксовой волны при вынужденном рассеянии Мандельштама-Бриллюэна. Порог ВРМБ.
9. Экспериментальное наблюдение вынужденного рассеяния Мандельштама-Бриллюэна. Волоконные ВРМБ-лазеры.
10. Основы теории хроматической дисперсии. Волновые пакеты в диспергирующих средах. Фазовая и групповая скорости.
11. Преобразование формы и спектра импульса в дисперсионных средах.
12. Нелинейные эффекты в волоконных световодах. Кубичный отклик среды.
13. Нелинейное уравнение Шрёдингера (НУШ).
14. Фазовая кросс-модуляция (ФКМ), фазовая самомодуляция (ФСМ).
15. Самофокусировка оптических импульсов.
16. Несимметрические трансформации импульса. Третье приближение теории дисперсии.
17. Передача информации в волоконных системах связи.

18. Нелинейные эффекты высших порядков. Образование ударной волны огибающей.
19. Оптические солитоны: фундаментальные солитоны и солитоны высших порядков.
20. Взаимодействие оптических солитонов.
21. Сжатие оптических импульсов: волоконно-решетчатые компрессоры.
22. Сжатие оптических импульсов: компрессоры на многосолитонном сжатии.
23. Параметрическое взаимодействие фемтосекундных импульсов: генерация второй гармоники (ГВГ).
24. Параметрическое усиление коротких импульсов.
25. Генерация суммарных и разностных частот. Параметрические солитоны.
26. Метод обратной задачи рассеяния при решении НУШ.
27. Волоконные лазеры.

Вопросы к самостоятельной работе студента

1. Оптические солитоны: фундаментальные солитоны и солитоны высших порядков.
2. Взаимодействие оптических солитонов.
3. Сжатие оптических импульсов: волоконно-решетчатые компрессоры.
4. Сжатие оптических импульсов: компрессоры на многосолитонном сжатии.
5. Параметрическое взаимодействие фемтосекундных импульсов: генерация второй гармоники (ГВГ).
6. Параметрическое усиление коротких импульсов.
7. Генерация суммарных и разностных частот. Параметрические солитоны.
8. Метод обратной задачи рассеяния

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 электронной библиотеке ВлГУ
Основная литература*		
1. Численные методы [Электронный ресурс] / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. – 8-е изд. (эл.). – М.: БИНОМ, 2015. – (Классический университетский учебник).	2015	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996326167.html
2. Физика. От теории к практике. В 2 кн. Кн. 1: Механика, оптика, термодинамика [Электронный ресурс] / Бёрд Дж. – М.: ДМК Пресс, 2016. – (Серия "Карманный справочник"). – ISBN9785941200764.	2016	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785941200764.html
3. Кузнецов, С. И. Физика. Волновая оптика. Квантовая природа излучения. Элементы атомной и ядерной физики: учеб. пособие / С.И. Кузнецов, А.М. Лидер. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2018. – 212 с. – ISBN 978-5-16-100426-5.	2018	https://znanium.com/catalog/product/950965
4. Пинский, А. А. Физика: учебник / А.А. Пинский, Г.Ю. Граковский; под общ. ред. Ю.И. Дика, Н.С. Пурьшевой. – 4-е изд., испр. – Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2017. – 560 с.: ил. – (Среднее профессиональное образование). – ISBN 978-5-16-102411-9.	2017	https://znanium.com/catalog/product/559355
Дополнительная литература		
1. Борисов А.Б., Киселев В.В. Квазиодномерные магнитные солитоны [Электронный ресурс] – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. – ISBN 978-5-9221-1590-2.	2014	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922115902.html
2. К теории двумерных и трехмерных систем автоматического регулирования [Электронный ресурс] / А.Г. Барский. – М.: Логос, 2015. – ISBN 978-5-98704-807-8.	2015	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987048078.html

