

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

**Физический факультет
Кафедра квантовой электроники**



**Рабочая программа дисциплины
ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ 1**

Направление подготовки **03.03.02 Физика**
Направленность (профиль): **Общая и фундаментальная физика**

Форма обучения **Очная**

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
8	72	16	16		18	18	2			2
Всего 72 часа / 2 зачётные единицы, из них: - контактная работа 36 часов										
Компетенции ПК-1										

Ответственный за образовательную программу
профессор, д.ф.-м.н.

С.В. Цыбуля

Новосибирск 2022

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы:	4
3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.	5
5. Перечень учебной литературы.	6
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся. ...	7
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	7
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	8
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	8
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.	8

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Дисциплина «Электронные системы управления лазерным излучением 2» является дисциплиной специализации в образовательной программе бакалавриата по квантовой электронике (лазерной физике), содержит одну часть годового цикла и необходима для овладения навыками понимания работы лазерных систем и формулировки требований к электронным подсистемам, регуляторам и средствам сбора и обработки данных.

Цели курса – овладение базовыми понятиями, моделями и методами проектирования и использования изделий, узлов и систем аналоговой и цифровой электроники для систем лазерной физики.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующей профессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
<p>ПК-1 Способность использовать специализированные знания в области физики при построении теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования</p>	<p>ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при воспроизведении учебного материала с требуемой степенью научной точности и полноты.</p> <p>ПК 1.2 Использует специализированные знания при проведении научных изысканий в избранной области.</p> <p>ПК 1.3 Выбирает наиболее эффективные методы построения теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования</p>	<p>Знать теоретические основы и базовые представления научного исследования в области автоматизации лазерного эксперимента; основные современные методы моделирования динамических систем, использующие передовые инфокоммуникационные технологии; основные методы стабилизации частоты и другие параметры лазерного.</p> <p>Уметь программировать и использовать для управления процессами современные программируемые интегральные схемы, оценивать изменения в области автоматизации лазерного эксперимента в связи с новыми разработками, полученными по различным тематикам исследований, оценивать и анализировать результат в области эксперимента по автоматизации лазерного излучения.</p> <p>Владеть прикладными программами для автоматизации лазерного эксперимента (VisSim), необходимой информацией из современных отечественных и зарубежных источников в области автоматизации лазерного излучения, навыками проектного моделирования.</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы:

Курс «Электронные системы управления лазерным излучением 2» реализуется в 8 семестре 4-го курса бакалавриата. Изложение материала опирается на знание студентами основ математического анализа (спектрального анализа, преобразований Фурье и Лапласа, дифференциальных и интегральных уравнений, векторных и матричных вычислений), теории сигналов и теории вероятности, электроники, радиотехники, булевой алгебры, цифровой (дискретной) электронной техники и основ информатики. Для успешного овладения курсом требуется умение и готовность анализировать работу функциональных схем, рассчитывать и анализировать работу элементарных электронных схем методами теории комплексных функций, теории вероятности, аппарата преобразований Фурье и Лапласа. Требуется умение работать с прикладными компьютерными программами и готовность овладевать умением моделировать и оптимизировать динамические системы в программах MATLAB, MathCAD, VisSim, Simulink. Овладение данной дисциплиной необходимо для успешного прохождения преддипломной практики и подготовки дипломной работы».

3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
8	72	16	16		18	18	2			2
Всего 72 часа / 2 зачётные единицы, из них: - контактная работа 36 часов										
Компетенции ПК-1										

Реализация дисциплины предусматривает практическую подготовку при проведении следующих видов занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов, консультации, экзамен.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль: расчетно-графическая работа.

Промежуточная аттестация: – экзамен.

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет 2 зачетные единицы:

- занятия лекционного типа – 16 часов;
- практические занятия – 16 часов;
- самостоятельная работа обучающихся в течение семестра, не включая период сессии – 18 часов;
- промежуточная аттестация (подготовка к экзамену, консультации, экзамен) – 22 часа.

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа, практические занятия, консультация, экзамен) составляет 36 часов.

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы		Сам. работа в течение семестра (не включая период сессии)	
				Лекции	Практические занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Введение в программное обеспечение для моделирования динамических систем <i>Текущий контроль – выборочный опрос</i>	1-4	14	4	4	6	
2	Моделирование и оптимизация замкнутых динамических систем <i>Текущий контроль – расчетно-графическая работа</i>	5-9	16	5	5	6	
3	Специальные методы и структуры регуляторов	10-16	20	7	7	6	
4	Самостоятельная подготовка к экзамену		18				18
5	Групповая консультация		2				2
6	Экзамен		2				2
Всего за семестр			72	16	16	18	22

Программа и основное содержание лекций (16 часов)

1. Введение в программное обеспечение для моделирования динамических систем (4 часа)

Основные требования к системе и математический аппарат. Требования к физической реализуемости модели. Визуальное моделирование разомкнутых структур. Окно программы VisSim. Настройки параметров симуляции и оптимизации. Выбор шага дискретизации по времени. Выбор метода интегрирования. Настройки параметров симуляции и оптимизации.

2. Моделирование и оптимизация замкнутых динамических систем (5 часов)

Оптимизация замкнутых структур. Критерии качества замкнутой системы. Автоматическая оптимизация регуляторов замкнутых систем. Оптимизация нелинейных ПИД-регуляторов. Обсуждение структур регуляторов и методов их расчета. Совмещение достоинств разных датчиков. Обеспечение обоснованности выводов по сопоставлению различных структур регуляторов. Обеспечение корректности моделирования.

3. Специальные методы и структуры регуляторов (7 часов)

Обеспечение корректности вычисления старших производных в цифровом регуляторе. Применение составных интегральных критериев для оптимизации регуляторов линейных объектов.

Формализации задач оптимизации САУ применительно к использованию составных критериев. Сходимость алгоритмов оптимизации.

Программа практических занятий (16 часов)

1. Моделирование отклика линейного звена (4 часа)
2. Моделирование отклика нелинейных звеньев. Получение графиков на осях X–Y. Визуальное моделирование замкнутых структур. Моделирование замкнутой линейной системы. Моделирование замкнутой нелинейной системы. (5 часов)
3. Применение обводного тракта в системах стабилизации. Структурная схема обводного тракта. Сопоставление обводного тракта с упредителем Смита. Управление нелинейными объектами размерностью 2x1. (7 часов)

Самостоятельная работа студентов (36 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка расчетно-графической работы	6
Самостоятельная работа по заданию: составление пояснительной записки – эскизного проекта, составление функциональной схемы, составление перечня технических требований, разработка программы и методики испытаний	12
Подготовка к экзамену	18

5. Перечень учебной литературы.

5.1. Основная литература:

1. Жмудь В. А. Моделирование и оптимизация систем управления лазерным излучением в среде *VisSim* : учеб. пособие / В. А. Жмудь ; Новосиб. гос. техн. ин-т. – Новосибирск: Изд-во НГУ, 2009. – 116 с.
2. В. А. Жмудь. Электронные системы управления лазерным излучением: специальные главы. Учебное пособие. Новосибирск. Издательство НГУ. 2010. 198 с. www.phys.nsu.ru/elib/
3. В. А. Жмудь, А.А. Воевода, Д.О. Терешкин. Адаптивные системы автоматического управления. Учебное пособие. НГУ. Новосибирск. 2011. 84 с.
4. Жмудь В. А. Моделирование и численная оптимизация замкнутых систем автоматического управления в программе *VisSim.*: учеб. пособие / Новосиб. гос. техн. ин-т. – Новосибирск : Изд-во НГУ, 2012.: учебное пособие / В. А. Жмудь - НГТУ, 2012. - 124 с.

5.2. Дополнительная литература:

5. ГОСТ 24453-80 Измерение параметров и характеристик лазерного излучения. Введ. 01.01.1982. М.: Изд-во стандартов, 1981. 38 с.
6. ГОСТ 8.441 – 81. Меры частоты и времени высокой точности. Введ. 01.01.83. М.: Изд-во стандартов, 1981.
7. Аллен Д.У. Статистические характеристики атомных стандартов частоты // ТИИЭИР. Темат. вып.: Стабильность частоты. 1966. Т. 54, N 2. С. 132–142.
8. Рютман И. Характеристики нестабильности фазы и частоты сигналов высокостабильных генераторов: итоги развития за пятнадцать лет // ТИИЭИР. 1978. Т. 66, N 9. С. 70–102.
9. Методика оценки стабильности стандартов частоты / Б. Д. Борисов, В. А. Васильев, А.М. Гончаренко, В. А. Жмудь // Автометрия. 2002. N 3. С. 104–112.
10. Френкс Л. Теория сигналов. Нью-Джерси, 1969 г.: Пер. с англ. / Под ред. Д. Е. Вакмана. М.: Сов. радио, 1974. 344 с.

11. Вакман Д. Е. Измерение частоты аналитического сигнала // Радиотехника и электроника. 1979. N 5. С. 982–989.
12. Дьяконов В. VisSim + MathCAD + MATLAB. Визуальное математическое моделирование. М.: Солон-Пресс, 2004.
13. Воронов А. В. Основы теории автоматического управления. М.; Л., Энергия, 1965. Т. 1, 2. Справочник по лазерам: В 2 т. М.: Сов. радио, 1978.
14. Каяцкас А. А. Основы радиоэлектроники: Учеб. пособие для студентов вузов по спец. «Констр. и производство радиоаппаратуры». М.: Высш. шк., 1988. 464 с.
15. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. М.: Мир, 1984. Т. 1, 2.
16. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника: Пер. с нем. / Под ред. А. Г. Алексеевко. М.: Мир, 1983.
17. Жмудь В. А. Моделирование электронных устройств в среде Multisim : учеб. пособие / В. А. Жмудь; Новосиб. гос. техн. ин-т. – Новосибирск : Изд-во НГУ, 2012: учебное пособие / В. А. Жмудь, К. Ю. Пинигин - НГТУ, 2012. - 74 с.
18. Измерительные устройства автоматики.: учеб. пособие / Новосибирск : Изд-во НГУ, 2012: учебно-методическое пособие / Новосиб. гос. техн. ун-т; сост. В. А. Жмудь - НГТУ, 2012. - 72 с.
19. Микроконтроллерные устройства автоматики: учеб. пособие / В. А. Жмудь ; Новосиб. гос. техн. ин-т. – Новосибирск: Изд-во НГУ, 2012.: учебно-методическое пособие / Новосиб. гос. техн. ун-т; сост.: В. А. Жмудь, К. Ю. Пинигин - НГТУ, 2012. - 96 с.
20. Автоматизированное проектирование систем управления.: учеб. пособие / Новосибирск, 2012: учебно-методическое пособие / Новосиб. гос. техн. ун-т; сост. В. А. Жмудь - НГТУ, 2012. - 72 с.

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

1. Клиначев Н. В. VisSim в России; студенческая версия программы VisSim. URL: <http://www.vissim.nm.ru/download.html> (дата обращения 05.05.2009).
2. Клиначёв Н. В. Теория систем автоматического регулирования и управления: Учеб.-метод. комплекс. Offline версия 3.6. Челябинск, 2005. см. также http://model.exponenta.ru/tau_lec.html.
3. Журнал «Автоматика и программная инженерия»: jurnal.nips.ru

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

7.1 Современные профессиональные базы данных

Не используются

7.2. Информационные справочные системы

Не используются.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MSOffice.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для реализации дисциплины «Электронные системы управления лазерным излучением 2» используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, текущего контроля, консультации, промежуточной и итоговой аттестации.

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Реализация дисциплины осуществляется с применением электронного обучения (платформа ZOOM), где обучение проводится на виртуальных аналогах, позволяющим достигать запланированных результатов по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются следующие наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий:

- комплект лекций-презентаций по темам дисциплины (используется PowerPoint);

- комплект лекций-презентаций рабочей программы VisSim в реальном времени.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль

Оценочным средством для текущего контроля успеваемости в части самостоятельной работы является сдача расчетно-графической работы.

Промежуточная аттестация

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленная компетенция ПК-1 сформирована не ниже порогового уровня в части, относящейся к формированию способности использовать специализированные знания в области экспериментальных методов квантовой электроники в профессиональной деятельности.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на экзамене. Экзамен проводится в конце семестра в экзаменационную сессию в устной и письменной форме.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Каждый вопрос билета оценивается от 0 до 5 баллов. Положительная оценка ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочные средства
<p>ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при воспроизведении учебного материала с требуемой степенью научной точности и полноты.</p>	<p>Знать теоретические основы и базовые представления научного исследования в области автоматизации лазерного эксперимента; основные современные методы моделирования динамических систем, использующие передовые инфокоммуникационные технологии; основные методы стабилизации частоты и другие параметры лазерного излучения.</p>	<p>Проведение контрольных работ, зачет.</p>
<p>ПК 1.2 Использует специализированные знания при проведении научных исследований в избранной области.</p>	<p>Уметь программировать и использовать для управления процессами современные программируемые интегральные схемы, оценивать изменения в области автоматизации лазерного эксперимента в связи с новыми разработками, полученными по различным тематикам исследований, оценивать и анализировать результат в области эксперимента по автоматизации лазерного излучения.</p>	<p>Проведение контрольных работ, зачет.</p>
<p>ПК 1.3 Выбирает наиболее эффективные методы построения теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования</p>	<p>Владеть прикладными программами для автоматизации лазерного эксперимента (VisSim), необходимой информацией из современных отечественных и зарубежных источников в области автоматизации лазерного излучения, навыками проектного моделирования.</p>	<p>Проведение контрольных работ, зачет.</p>

10.2 Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Электронные системы управления лазерным излучением 2».

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (0 баллов)	Пороговый уровень (3 балла)	Базовый уровень (4 балла)	Продвинутый уровень (5 баллов)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	ПК 1.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Демонстрирует общие знания базовых понятий по темам/разделам дисциплины. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	ПК 1.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	ПК 1.3	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Продемонстрированы знания по решению нестандартных задач.

10.3 Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Пример расчетно-графической работы

Расчетно-графическая работа по расчету регулятора для системы методом моделирования и оптимизации.

- a. Математическая модель объекта (индивидуально задается преподавателем),
- b. Математическая модель регулятора,

Результаты моделирования в программе *VisSim*

Пример эскизного проекта

Эскизный проект на исследования, направленные на повышение технических характеристик электронной системы, действующей по принципу отрицательной обратной связи, в составе лазерной научно-технической установки.

Эскизный проект должен включать:

- a. Описание функциональной схемы
- b. Описание технических характеристик имеющейся системы
- c. Перечень требуемых характеристик с новыми параметрами
- d. Описание программы и методики испытаний для проверки достижения этих характеристик
- e. Предложения по достижению этих характеристик (желательно в виде функциональной схемы с описанием принципа действия).

Примеры билета к экзамену (8 семестр).

1. Каким образом метод СД позволяет снизить дрейф ОУ (структурная схема, принцип действия)?

2. Являются ли по вашему мнению относительные достоинства и недостатки различных классов схем СД раз и навсегда неизменными, или эта ситуация может измениться с развитием элементной базы? Ответьте на этот же вопрос по отношению к различным видам СД, классифицируемым по математическому описанию реализуемых операций.

Форма экзаменационного билета представлена на рисунке

<p>МИНОБРНАУКИ РОССИИ</p> <p><i>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования</i></p> <p>«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» <i>(Новосибирский государственный университет, НГУ)</i></p> <p>Физический факультет</p>
<p>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № _____</p> <p>1.</p> <p>2.</p> <p>Составитель _____ /Ф.И.О. преподавателя/ (подпись)</p> <p>« ____ » _____ 20 ____ г.</p>

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы
по дисциплине «Электронные системы управления лазерным излучением 2»
по направлению подготовки 03.03.02 Физика
Профиль «Общая и фундаментальная физика»**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ	Подпись ответственного