

**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
7	36	8	8		18			2		
Всего 36 часов / 1 зачётная единица, из них: - контактная работа 18 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. ....	7
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся. ...	8
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины. ....	8
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине. ....	8
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	9
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине. ....	9

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

Дисциплина «Электронные системы управления лазерным излучением 1» 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><b>ПК-1</b> 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><b>ПК 1.1</b> Применяет специализированные знания в области физики при воспроизведении учебного материала с требуемой степенью научной точности и полноты.</p> <p><b>ПК 1.2</b> Использует специализированные знания при проведении научных изысканий в избранной области.</p> <p><b>ПК 1.3</b> Выбирает наиболее эффективные методы построения теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования</p>	<p><b>Знать</b> теоретические основы электротехники, основы электроники на базе диодных, транзисторных схем, операционных усилителей, цифровых (дискретных) элементов, основы теории сигналов (аналитический сигнал, спектральное представление сигнала, Гильбертово преобразование, виды модуляций сигналов и их математическое описание), теорию вероятности, назначение и принцип действия лазерных систем, физику лазеров.</p> <p><b>Уметь</b> применять полученные знания при решении задач и чтении оригинальных статей по квантовой электронике, лазерной физике, электронике, теории сигналов, математике.</p> <p><b>Владеть</b> понятиями аналитического сигнала, определениями и методами отыскания статистических характеристик, методами формального описания функций времени с помощью аппарата дифференциальных уравнений, методами решения дифференциальных уравнений в операторной форме.</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы:

Курс «Электронные системы управления лазерным излучением 1» реализуется в 7 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
7	36	8	8		18			2		
Всего 36 часов / 1 зачётная единица, из них: - контактная работа 18 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.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль: расчетно-графическая работа.

Промежуточная аттестация: – зачет.

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет 1 зачетную единицу:

- занятия лекционного типа – 8 часов;
- практические занятия – 8 часов;
- самостоятельная работа обучающихся в течение семестра, не включая период сессии – 18 часов;
- промежуточная аттестация (зачет) – 2 часа.

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа, практические занятия, зачет) составляет 18 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 курс <i>Текущий контроль – выборочный опрос</i>	1	2	2			
2	Введение в электронную технику систем автоматического управления <i>Текущий контроль – выборочный опрос</i>	2 - 6	5	5			
3	Функциональные схемы характерных ЭСУЛИ <i>Текущий контроль – выборочный опрос</i>	7 – 11	11	1	4	6	
4	Синтез регуляторов для ЭСУЛИ <i>Текущий контроль – расчетно-графическая работа</i>	12 – 14	9		3	6	
5	Испытания и повышение точности ЭСУЛИ	15 – 16	7		1	6	
6	Зачет	17	2				2
<b>Всего за семестр</b>			<b>36</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>18</b>	<b>2</b>

**Программа и основное содержание лекций (8 часов)**

**1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ (1 час)**

Предмет изучения. Элементная база ЭСУЛИ. Примеры замкнутых ЭСУЛИ

**2. ЭЛЕКТРОННАЯ ТЕХНИКА ДЛЯ ЭСУЛИ (1 час)**

Аналоговые интегральные микросхемы. Операционный усилитель (ОУ). Основные параметры операционных усилителей. Классификация операционных усилителей. Классификация ОУ по зарубежным справочникам. Операционный усилитель как замкнутая система. ИУ на основе дифференциального усилителя. ИУ на двух и более усилителях. Интегральные ИУ. Суммирование и вычитание сигналов. Согласование усилителей с нагрузкой.

**3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ АКТИВНЫХ ФИЛЬТРОВ (1 час)**

Общие сведения. Фильтр низких частот второго порядка. Фильтр высоких частот второго порядка. Фильтр низких частот третьего порядка. Фильтр высоких частот третьего порядка.

Объединение структур в фильтры высших порядков. Фазосдвигающий фильтр. Пассивные фильтры.

#### 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УЗЛОВ ЭСУЛИ (1 час)

Разработка функциональной схемы. Компараторы. Электронные ключи и коммутаторы. Умножители аналоговых сигналов. Устройства выборки-хранения. Источники опорных напряжений. Триггеры Шмитта. Цифро-аналоговые преобразователи. Аналого-цифровые преобразователи. Теорема Котельникова применительно к дискретизации сигналов. Таймеры, генераторы, управляемые напряжением. Преобразователи частота–напряжение, частота–код. Регистрация мощности излучения. Заключение к методике расчета фильтров

#### 5. ПОДСИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ (1 час)

Стабилизация мощности излучения. Стабилизация частоты излучения. Фазовая автоподстройка частоты. Стабилизация температуры.

#### 6. ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ И ЗАДАННЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СУЛИ (1 час)

Причины неустойчивости замкнутых систем. Критерии устойчивости замкнутых систем. Обеспечение устойчивости замкнутых систем. Эмпирическая настройка регуляторов.

#### 7. ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТАТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СУЛИ (1 час)

Формулирование требований к НЧ-части АЧХ. Синтез НЧ-части АЧХ. Анализ погрешности ЭСУЛИ. Аппаратная реализация регулятора АЧХ.

#### 8. СИНХРОННОЕ ДЕТЕКТИРОВАНИЕ (1 час)

Основы метода. Применение метода СД для компенсации дрейфа усилителя. СД с умножением на прямоугольный сигнал. Настройка лазера на экстремум поглощения (пропускания, люминесценции) эталона. Применение СД для стабилизации He–Ne-лазера линиям СН<sub>4</sub>. Настройка фазосдвигающего фильтра по виду сигнала СД. Совершенствование синхронных детекторов. Интегральные СД. Двойной балансный модулятор. Интегральные аналоговые умножители.

### Программа практических занятий (8 часов)

#### 1. ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ПРИРАЩЕНИЙ ФАЗЫ (1 час)

Фазовые детекторы на умножителях сигналов. Фазовый детектор импульсного типа.

#### 2. ЭЛЕКТРОННАЯ ЧАСТЬ ПРЕЦИЗИОННОЙ АПЧ (1 час)

Функциональная схема системы АПЧ. Генератор сигнала девиации 15 кГц. Синхронный детектор. Блок регуляторов. Усилитель медленного канала. Расчет параметров настройки корректирующих усилителей.

#### 3. СИСТЕМЫ ФАЗОВОЙ АВТОПОДСТРОЙКИ ЧАСТОТЫ (1 час)

Особенности прецизионных ФАПЧ для ЭСУЛИ. Выбор фазового детектора. Особенности модуляторов частоты. Синтез регулятора. Высоковольтные усилители и «некратный наклон» АЧХ. Настройка системы фазовой системы автоподстройки частоты.

#### 4. СПЕКТРОМЕТР СВЕРХТОЧНОГО РАЗРЕШЕНИЯ (1 час)

Назначение и функциональная схема спектрометра. Функциональная схема системы АПЧ по сверхтонкой структуре. Различие режимов спектрометра и стандарта частоты. Пути повышения точности системы. Расчет регулятора для АПЧ. Расчет влияния дрейфа СД на точность АПЧ.

#### 5. ПРЕЦИЗИОННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ЧАСТОТЫ (1 час)

Счетный метод измерения частот сигналов. Устранение «мертвого времени» частотомера. Источники погрешности частотомеров. Методы повышения точности частотомеров. Простой частотомер без «мертвого времени». Повышение разрешающей способности частотомера. Многоканальные частотомеры. Измерение нестабильности частоты лазерного репера.

#### 6. ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ ЧАСТОТНЫХ СТАНДАРТОВ (1 час)

Дисперсия Аллена. Понятие аналитического сигнала, его частоты и фазы. Прогноз поведения функции Аллена при уменьшении измерительного интервала. Поведение оценки функции

Аллена при уменьшении интервала. Поведение оценки функции Аллена при увеличении интервала. Другой способ выявления влияния периодической помехи на оценку функции Аллена. Традиционная схема измерения функции Аллена. Вычисление одного отсчета дисперсии Аллена. Вычисление множества отсчетов дисперсии Аллена.

#### 7. ПРЕЦИЗИОННОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ФАЗОВЫХ ПРИРАЩЕНИЙ (1 час)

Теоретические основы метода. Дополнительное повышение точности. Задача измерения разности фаз в лазерной интерферометрии.

#### 8 . ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ЛАЗЕРОВ В ЛАЗЕРНЫХ СИСТЕМАХ (1 час)

Основные проблемы применения полупроводниковых лазеров. Выдержки из типовой «Инструкции разработчика и пользователя полупроводникового лазера». Некоторые ошибочные представления о диодном лазере. Пример схемы стабилизации тока для полупроводникового лазера с заземленным катодом. Исследование помех в цепи лазерного диода.

### Самостоятельная работа студентов (18 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка расчетно-графической работы	18

### 5. Перечень учебной литературы.

#### 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/](http://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. Клиначев 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](http://model.exponenta.ru/tau_lec.html).
3. Журнал «Автоматика и программная инженерия»: [jurnal.nips.ru](http://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 излучением1» используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, текущего контроля, 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 и ИЛФ СО РАН.

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, что является обязательным условием для зачета.

#### ***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 зачете. Зачет проводится в конце семестра в устной форме.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Положительная оценка «зачтено» ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня и означает успешное прохождение промежуточной аттестации.

## Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

**Таблица 10.1**

Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочные средства
<b>ПК 1.1</b> Применяет специализированные знания в области физики при воспроизведении учебного материала с требуемой степенью научной точности и полноты.	<b>Знать</b> теоретические основы электротехники, основы электроники на базе диодных, транзисторных схем, операционных усилителей, цифровых (дискретных) элементов, основы теории сигналов (аналитический сигнал, спектральное представление сигнала, Гильбертово преобразование, виды модуляций сигналов и их математическое описание), теорию вероятности, назначение и принцип действия лазерных систем, физику лазеров.	Проведение контрольных работ, зачет.
<b>ПК 1.2</b> Использует специализированные знания при проведении научных изысканий в избранной области	<b>Уметь</b> применять полученные знания при решении задач и чтении оригинальных статей по квантовой электронике, лазерной физике, электронике, теории сигналов, математике.	Проведение контрольных работ, зачет.
<b>ПК 1.3</b> Выбирает наиболее эффективные методы построения теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования	<b>Владеть</b> понятиями аналитического сигнала, определениями и методами отыскания статистических характеристик, методами формального описания функций времени с помощью аппарата дифференциальных уравнений, методами решения дифференциальных уравнений в операторной форме.	Проведение контрольных работ, зачет.

### 10.2 Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Электронные системы управления лазерным излучением1».

**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	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.

			негрубых ошибок.	несущественных ошибок. Не 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 (2 часа)

1. 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 контрольных вопросов к зачету (7 семестр).

1. Какие параметры служат мерой не идеальности операционных усилителей?
2. Для чего применяются вторичные стабилизаторы (источники) напряжений?
3. Как классифицируются системы с позиции статической точности? Охарактеризуйте статическую погрешность различных систем из этой классификации.

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 фонда оценочных средств  
по дисциплине «Электронные системы управления лазерным излучением 1»  
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