МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цифровая обработка сигналов

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **12.03.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль): **Фотоника нелинейных, волноводных и периодических структур**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	24	24	часов
3	Лабораторные занятия	12	12	часов
4	Всего аудиторных занятий	54	54	часов
5	Из них в интерактивной форме	40	40	часов
6	Самостоятельная работа	54	54	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е

Экзамен: 5 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 12667

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 6 от «19» 1 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика, утвержденного 2015-09-03 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. ТОР _____ Богомолов С. И.

Заведующий обеспечивающей каф. ТОР _____ Демидов А. Я.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ФЭТ _____ Воронин А. И.

Заведующий выпускающей каф. ЭП _____ Шандаров С. М.

Эксперты:

доцент каф. ТОР _____ Богомолов С. И.

профессор каф. ЭП _____ Орликов Л. Н.

Согласована на портале № 12667

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Цифровая обработка сигналов» является изучение общих принципов описания сигналов; формирование целостного представления о физических и математических моделях, применяемых для исследования аналоговых и цифровых сигналов; освоение методов расчета параметров сигналов.

1.2. Задачи дисциплины

– Задачей данной дисциплины является освоение студентами методов исследования аналоговых и цифровых сигналов; приобретение умений и навыков анализа параметров сигналов и расчета откликов в результате прохождения сигналов по непрерывным и дискретным цепям.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Цифровая обработка сигналов» (Б1.В.ОД.3) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Математика, Физика, Электротехника и электроника.

Последующими дисциплинами являются: Акустооптические методы обработки информации.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-1 способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;

– ОПК-2 способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;

– ПК-1 способностью к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** значение и место теории и техники цифровой обработки сигналов в системе современного уровня научных знаний; основные понятия в области представления информации и способов ее хранения, обработки и анализа из различных источников и баз данных с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий; тенденции развития в области фотоники и оптоинформатики и основные задачи исследований в этой области.

– **уметь** представлять возможности и ограничения цифровой обработки сигналов на основе знания основных положений, законов и методов математики, информатики и электроники; осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий; проводить анализ поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики.

– **владеть** навыками современных методов цифровой обработки сигналов; навыками поиска, хранения, обработки и анализа информации из различных источников и баз данных, представления ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий; навыками анализа поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		5 семестр

Согласована на портале № 12667

Аудиторные занятия (всего)	54	54
Лекции	18	18
Практические занятия	24	24
Лабораторные занятия	12	12
Из них в интерактивной форме	40	40
Самостоятельная работа (всего)	54	54
Оформление отчетов по лабораторным работам	18	18
Проработка лекционного материала	8	8
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	28	28
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость ч	144	144
Зачетные Единицы Трудоемкости	4.0	4.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
5 семестр						
1 Временной и спектральный анализ периодических и непериодических сигналов	5	8	8	21	42	ОПК-1, ОПК-2
2 Прохождение сигналов через линейные электрические цепи	4	4	4	14	26	ОПК-1, ОПК-2
3 Спектральный анализ дискретных сигналов	5	6	0	9	20	ОПК-1, ОПК-2
4 Обработка сигналов цифровыми фильтрами	4	6	0	10	20	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1
Итого за семестр	18	24	12	54	108	
Итого	18	24	12	54	108	

Согласована на портале № 12667

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Временной и спектральный анализ периодических и непериодических сигналов	Классификация сигналов и основные определения. Физические характеристики сигналов. Обобщенная структурная схема системы передачи информации. Модели сигналов и способы их математического описания. Обобщенный ряд Фурье. Понятие спектра. Комплексный ряд Фурье и его применение для гармонического анализа. Теоремы о спектрах	5	ОПК-1, ОПК-2
	Итого	5	
2 Прохождение сигналов через линейные электрические цепи	Линейные стационарные цепи. Импульсная и переходная характеристики, их свойства. Методы исследования прохождения сигналов через линейные цепи: прямой, временной, комплексных амплитуд, спектральный метод и операторный метод.	4	ОПК-1, ОПК-2
	Итого	4	
3 Спектральный анализ дискретных сигналов	Математическое описание сигналов с ограниченным спектром. Теорема Котельникова. Дискретные преобразования Фурье (ДПФ) и их свойства. Дискретные преобразования Лапласа (ДПЛ) и z-преобразования	5	ОПК-1, ОПК-2
	Итого	5	
4 Обработка сигналов цифровыми фильтрами	Введение в цифровую фильтрацию. Трансверсальные и рекурсивные цифровые фильтры. Методы синтеза цифровых фильтров	4	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		18	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представ-лены в таблице 5.3.

Согласована на портале № 12667

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин			
	1	2	3	4
Предшествующие дисциплины				
1 Математика	+		+	
2 Физика	+		+	
3 Электротехника и электроника		+		+
Последующие дисциплины				
1 Акустооптические методы обработки информации	+		+	

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
ОПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест
ОПК-2	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест
ПК-1	+				Контрольная работа, Опрос на занятиях

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лабораторные занятия	Интерактивные лекции	Всего
5 семестр				
Работа в команде	8	10		18
Презентации с	8		6	14

Согласована на портале № 12667

использованием раздаточных материалов с обсуждением				
Поисковый метод	4		4	8
Итого за семестр:	20	10	10	40
Итого	20	10	10	40

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Временной и спектральный анализ периодических и непериодических сигналов	Практика аппаратурного анализа сигналов во временной и частотной областях.Исследование спектров управляющих сигналов	8	ОПК-1, ОПК-2
	Итого	8	
2 Прохождение сигналов через линейные электрические цепи	Прохождение управляющих сигналов через линейные цепи	4	ОПК-1, ОПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		12	

8. Практические занятия (семинары)

Тематика практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Тематика практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Временной и спектральный анализ периодических и непериодических сигналов	Физические характеристики сигналов. Определение спектральных характеристик периодических сигналов. Определение спектральных характеристик непериодических сигналов.	8	ОПК-1, ОПК-2
	Итого	8	
2 Прохождение сигналов через линейные электрические цепи	Передаточная функция цепи, АЧХ и ФЧХ цепи. Временные характеристики цепи. Временной метод исследования прохождения сигналов через линейные цепи. Операторный метод	4	ОПК-1, ОПК-2

Согласована на портале № 12667

	исследования прохождения сигналов через линейные цепи.		
	Итого	4	
3 Спектральный анализ дискретных сигналов	Расчет спектральных характеристик дискретных сигналов. Дискретизация аналогового сигнала и расчет спектральной плотности дискретной последовательности. Прямое и обратное дискретное преобразование Фурье. Z- преобразование.	6	ОПК-1, ОПК-2
	Итого	6	
4 Обработка сигналов цифровыми фильтрами	Частотные и временные характеристики трансверсальных и рекурсивных цифровых фильтров. Прохождение сигналов через цифровые фильтры. Синтез цифровых фильтров.	6	ОПК-1, ОПК-2
	Итого	6	
Итого за семестр		24	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
5 семестр				
1 Временной и спектральный анализ периодических и непериодических сигналов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	7	ОПК-1, ОПК-2	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	12		
	Итого	21		
2 Прохождение сигналов через линейные электрические цепи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОПК-1, ОПК-2	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	14		
3 Спектральный анализ	Подготовка к	7	ОПК-1,	Контрольная работа,

Согласована на портале № 12667

дискретных сигналов	практическим занятиям, семинарам		ОПК-2	Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	9		
4 Обработка сигналов цифровыми фильтрами	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-1, ОПК-2	Контрольная работа, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	10		
Итого за семестр		54		
	Подготовка к экзамену / зачету	36		Экзамен
Итого		90		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
5 семестр				
Контрольная работа	12	6	6	24
Опрос на занятиях	4	4	2	10
Отчет по лабораторной работе		8	16	24
Тест	6	6		12
Итого максимум за период	22	24	24	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	22	46	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

Согласована на портале № 12667

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1 Теория сигналов и линейные цепи: Учебное пособие / Каратаева Н. А. — 2012. 261 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/2798, дата обращения: 01.02.2017.
2. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 2 Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация: Учебное пособие / Каратаева Н. А. - 2012. 257 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2799, дата обращения: 01.02.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов: Учебное пособие для вузов. - 2-е изд. - СПб.: Питер, 2007. - 750[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)
2. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. - 5-е изд. - М.: Высшая школа, 2005. - 462[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 302 экз.)
3. Денисенко А.Н. Сигналы. Теоретическая радиотехника. Справочное пособие.–М: Горячая линия-Телеком, 2005.–704 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 101 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1: Лабораторный практикум по курсу «Радиотехнические цепи и сигналы». Теория сигналов. / Каратаева Н. А., Богомолов С. И. - 2013. 36 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3417, дата обращения: 01.02.2017.
2. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1 Теория сигналов и линейные цепи: Учебно-методическое пособие / Каратаева Н. А., Киселев П. С. - 2012. 34 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2790, дата обращения: 01.02.2017.
3. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 2 Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация: Учебное пособие / Каратаева Н. А. - 2012. 257 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2799, дата обращения: 01.02.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

Согласована на портале № 12667

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Образовательный портал университета, библиотека университета.
2. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы в Internet.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 3 этаж, ауд. 314. Состав оборудования: Учебная мебель; Компьютеры класса не ниже Intel Pentium G3220 (3.0GHz/4Mb)/4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet, с мониторами типа Samsung 24" S24B350 – 8 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3; Matlab v6.5

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 47, 1 этаж, ауд. 126. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются

Согласована на портале № 12667

альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Согласована на портале № 12667

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 12667

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Цифровая обработка сигналов

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **12.03.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль): **Фотоника нелинейных, волноводных и периодических структур**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **3**
Семестр: **5**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:

- доцент каф. ТОР Богомолов С. И.

Экзамен: 5 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 12667

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ОПК-1	способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	Должен знать значение и место теории и техники цифровой обработки сигналов в системе современного уровня научных знаний; основные понятия в области представления информации и способов ее хранения, обработки и анализа из различных источников и баз данных с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий; тенденции развития в области фотоники и оптоинформатики и основные задачи исследований в этой области.; Должен уметь представлять возможности и ограничения цифровой обработки сигналов на основе знания основных положений, законов и методов математики, информатики и электроники; осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий; проводить анализ поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики.; Должен владеть навыками современных методов цифровой обработки сигналов; навыками поиска, хранения, обработки и анализа информации из различных источников и баз данных, представления ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий; навыками анализа поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики. ;
ОПК-2	способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	
ПК-1	способностью к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть

Согласована на портале № 12667

Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-1

ОПК-1: способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	значение и место теории и техники цифровой обработки сигналов в системе современного уровня научных знаний	представлять возможности и ограничения цифровой обработки сигналов на основе знания основных положений, законов и методов математики, информатики и электроники	навыками современных методов цифровой обработки сигналов
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;

Согласована на портале № 12667

	экзамена / зачета;	экзамена / зачета;	
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Тест; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Тест; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• интерпретирует приемы и результаты анализа цифровой обработки сигналов; • анализирует связи между различными понятиями в области цифровой обработки сигналов;	• умеет грамотно выражать и доказывать положения предметной области знания с использованием аргументов; • свободно применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях;	• уверенно владеет навыками цифровой обработки сигналов; • свободно владеет приемами представления результатов цифровой обработки сигналов;
Хорошо (базовый уровень)	• понимает связи между различными понятиями в области цифровой обработки сигналов; • представляет приемы и результаты анализа цифровой обработки сигналов;	• корректно выражает, и доказывать с использованием аргументов положения предметной области знания; • самостоятельно подбирает методы решения проблем;	• владеет навыками цифровой обработки сигналов; • владеет приемами представления результатов цифровой обработки сигналов;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• дает определения основных понятий в области цифровой обработки сигналов; • воспроизводит основные положения цифровой обработки сигналов;	• умеет работать со справочной литературой; • умеет представлять результаты своей работы;	• владеет терминологией в предметной области знания; • способен корректно представить знания и информацию;

2.2 Компетенция ОПК-2

ОПК-2: способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основные понятия в области представления информации и способов ее хранения, обработки и	осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и	навыками поиска, хранения, обработки и анализа информации из различных источников и

Согласована на портале № 12667

	анализа из различных источников и баз данных с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	баз данных, представления ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Тест; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Тест; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• обосновывает алгоритмы обработки и анализа информации из различных источников и баз данных; • анализирует методики поиска информации с использованием компьютерных и сетевых технологий;	• грамотно проводит расчеты по обработке и анализу информации из различных источников и баз данных; • уверенно применяет алгоритмы поиска информации с использованием компьютерных и сетевых технологий;	• уверенно владеет навыками обработки и анализа информации из различных источников и баз данных; • свободно использует приемы поиска информации с использованием компьютерных и сетевых технологий;
Хорошо (базовый уровень)	• понимает алгоритмы обработки и анализа информации из различных источников и баз данных; • аргументирует порядок поиска информации с	• самостоятельно проводит расчеты по обработке и анализу информации из различных источников и баз данных; • корректно применяет алгоритмы поиска	• владеет навыками расчета обработки и анализа информации из различных источников и баз данных; • использует приемы поиска информации с использованием

Согласована на портале № 12667

	использованием компьютерных и сетевых технологий;	информации с использованием компьютерных и сетевых технологий;	компьютерных и сетевых технологий;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• воспроизводит основные положения обработки и анализа информации из различных источников и баз данных; • имеет представление о методиках поиска информации с использованием компьютерных и сетевых технологий;	• умеет представлять результаты расчетов по обработке и анализу информации из различных источников и баз данных; • умеет работать со справочной литературой;	• владеет терминологией в области обработки и анализа информации из различных источников и баз данных; • способен корректно представить поиска информации с использованием компьютерных и сетевых технологий;

2.3 Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	тенденции развития в области фотоники и оптоинформатики и основные задачи исследований в этой области	проводить анализ поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики	навыками анализа поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Согласована на портале № 12667

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• анализирует тенденции развития в области фотоники и оптоинформатики; ; • интерпретирует основные задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики.;	• умеет грамотно выражать и доказывать положения предмет-ной области знания с использованием аргументов;; • свободно применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях;	• уверенно владеет навыками анализа поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики;
Хорошо (базовый уровень)	• понимает проблемы анализа поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики.;	• корректно выражает, и доказывать с использованием аргументов положения предметной области знания;; • самостоятельно подбирает методы решения проблем.;	• владеет навыками анализа поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• дает определения основных понятий и характеристик исследований в области фотоники и оптоинформатики;	• умеет работать со справочной литературой;; • умеет представлять результаты своей работы;	• владеет терминологией в предметной области знания; ; • способен корректно представить знания и информацию ;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Тестовые задания

– Типовые вопросы теста по теме «ТЕОРЕМЫ О СПЕКТРАХ»: Вопрос 1: Определить спектральную плотность сигнала s(t) Вопрос 2: Указать амплитудно – частотную характеристику сигнала s(t)

– Типовые вопросы теста по теме «ЧАСТОТНЫЕ И ВРЕМЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИНЕЙНЫХ ЦЕПЕЙ»: Дано: пять вариантов цепей, пять вариантов передаточных функций, пять вариантов переходных характеристик. Вопрос 1: Какой цепи соответствует АЧХ вида Вопрос 2: Какой цепи соответствует h(t) вида Вопрос 3: Какой переходной характеристике соответствует g(t) Вопрос 4: Какой цепи соответствует g(t) Вопрос 5: Какие АЧХ и h(t) соответствуют цепи номер (3) Вопрос 6: Какой передаточной функции соответствует h(t) вида Вопрос 7: Какой переходной характеристике соответствует K(p) вида Вопрос 8: Какой цепи соответствует K(p) вида

– Типовые вопросы теста по теме «ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИГНАЛОВ»: Вопрос 1: На рисунке 1 показан сигнал s(t). Определить аналитическое временное представление сигнала s(t). Вопрос 2: На рисунке 2 показан сигнал s(t). Определить нечетную относительно нуля составляющую sнеч(t) сигнала s(t). Вопрос 3: На рисунке 3 показан сигнал s(t). Определить энергию Э сигнала s(t). Вопрос 4: Дано аналитическое временное представление сигнала. Определить энергию Эчет четной относительно нуля составляющей сигнала s(t). Вопрос 5: На рисунке 5 показан сигнал s(t). Определить вид симметрии относительно нуля (1) и относительно (2) периодического сигнала s(t). Вопрос 6: На рисунке 6 показан сигнал s(t). Определить величину

Согласована на портале № 12667

мощности P периодического сигнала s(t), если E = 2В, R = 10 Ом

3.2 Темы опросов на занятиях

- Расчет отклика на выходе электрической цепи
- Временные характеристики цепей
- Частотные характеристики цепей
- Спектральные характеристики непериодических сигналов
- Спектральные характеристики периодических сигналов
- Физические характеристики сигналов

3.3 Экзаменационные вопросы

– Перечень теоретических вопросов, выносимых на экзамен: 1. Энергетические характеристики сигналов 2. Обобщенное спектральное представление сигналов 3. Периодические сигналы и их свойства. Гармонические колебания 4. Разложение периодического сигнала по гармоникам 5. Спектральные характеристики периодического сигнала. 6. Спектральные характеристики непериодических сигналов. 7. Примеры спектрального представления непериодических сигналов 8. Теоремы о спектрах 9. Преобразование Лапласа 10. Свойства преобразования Лапласа 11. Обратное преобразование Лапласа 12. Математические модели линейной электрической цепи 13. Передаточная, импульсная, переходная характеристика цепи 14. Прохождение периодических сигналов через цепи (метод комплексных амплитуд) 15. Прохождение непериодических сигналов через цепи (операторный метод) 16. Временные методы анализа (интегралы Дюамеля) 17. Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы. Обобщенная структурная схема системы цифровой обработки сигналов. 18. Спектр дискретного сигнала. Влияние формы дискретизирующих импульсов на характеристики дискретного сигнала 19. Разложение сигналов в ряд Котельникова. 20. Прямое и обратное ДПФ. Связь ДПФ и спектра дискретного сигнала 21. Свойства ДПФ 22. Прямое и обратное Z-преобразования. Свойства Z-преобразований 23. Цифровые фильтры. Основные структуры. Характеристики цифровых фильтров 24. Системная функция цифрового фильтра. Устойчивость дискретных систем 25. Синтез цифровых фильтров (метод билинейного Z-преобразования, метод инвариантной импульсной характеристики) 26. Методы расчета отклика на выходе цифровых фильтров.

– Пример практического задания № 1-1-1 Периодический дискретный сигнал на интервале своей периодичности задан четырьмя равноотстоящими отсчетами , которые следуют через 1 мкс. Вычислите: 1. постоянную составляющую дискретного преобразования Фурье данного сигнала; 2. частоту дискретизации ; 3. интервал взятия выборки на частотной оси; 4. коэффициенты ДПФ . Восстановите: 5. аналоговый сигнал по Котельникову аналитически и графически; 6. аналоговый сигнал по Фурье аналитически и графически. Получите: 7. аналитическое выражение спектральной плотности дискретного сигнала и изобразите примерную огибающую спектра. Пример практического задания № 2-1-1 Известна системная функция цифрового фильтра: Выполнить следующую работу: 1. Изобразить структурную схему ЦФ; 2. Определить и изобразить графически импульсную характеристику ЦФ; 3. Определить и изобразить графически переходную характеристику ЦФ; 4. Рассчитать комплексную передаточную функцию ЦФ; 5. Определить и показать примерный вид АЧХ ЦФ ; 6. Определить и показать примерный вид ФЧХ ЦФ ; 7. Составить алгоритм обработки входной последовательности отсчетов. Вариант № 1-1-1 Периодический дискретный сигнал на интервале своей периодичности задан четырьмя равноотстоящими отсчетами , которые следуют через 1 мкс. Вычислите: 1. постоянную составляющую дискретного преобразования Фурье данного сигнала; 2. частоту дискретизации ; 3. интервал взятия выборки на частотной оси; 4. коэффициенты ДПФ . Восстановите: 5. аналоговый сигнал по Котельникову аналитически и графически; 6. аналоговый сигнал по Фурье аналитически и графически. Получите: 7. аналитическое выражение спектральной плотности дискретного сигнала и изобразите примерную огибающую спектра.

3.4 Темы контрольных работ

– Задание 4. Вариант 1 Для линейной аналоговой цепи: • Рассчитать и построить импульсную характеристику. • Выполнить дискретизацию импульсной характеристики. • Рассчитать количество отсчетов импульсной характеристики, величина которых превышает 10% от

Согласована на портале № 12667

максимального значения характеристики.

– Задание 3. Вариант 1 • Получить аналитическое выражение и построить график для АЧХ линейной цепи [масштаб частотной оси оценивать в единицах α, где α = 1/(RC)]. (Обязательные расчетные точки на оси частот: ω = 0, α, ∞.) • Рассчитать и построить временные характеристики цепи. (Обязательные расчетные точки на оси времени: t = 0, 1/α, ∞.)

– Задание 2. Вариант 1 Для периодического сигнала с периодом, равным 4τ: • Дать математическое описание сигнала. • Вычислить три низшие ненулевые гармоники спектра сигнала и построить спектр амплитуд. • Рассчитать мощность (относительную) отброшенных спектральных составляющих.

– Задание 1. Вариант 1 1. Записать аналитическое выражение для одиночного импульса. Определить постоянную и переменную составляющие сигнала. 2. Получить аналитическое выражение и построить график для четной и нечетной составляющих сигнала. 3. Рассчитать энергию одиночного импульса. Получить аналитическое выражение для средней и мгновенной мощностей. 4. Записать аналитическое выражение для периодического сигнала с периодом, равным 3τ. Определить постоянную и переменную составляющие сигнала. 5. Получить аналитическое выражение и построить графики для четной и нечетной составляющих периодического сигнала. 6. Рассчитать значение средней мощности. 7. Рассчитать эффективную длительность сигнала для энергетического критерия λ = 0,9

3.5 Темы лабораторных работ

– Практика аппаратурного анализа сигналов во временной и частотной областях. Исследование спектров управляющих сигналов

– Прохождение управляющих сигналов через линейные цепи

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1 Теория сигналов и линейные цепи: Учебное пособие / Каратаева Н. А. — 2012. 261 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/2798, свободный.

2. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 2 Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация: Учебное пособие / Каратаева Н. А. - 2012. 257 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2799, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов: Учебное пособие для вузов. - 2-е изд. - СПб.: Питер, 2007. - 750[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

2. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. - 5-е изд. - М.: Высшая школа, 2005. - 462[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 302 экз.)

3. Денисенко А.Н. Сигналы. Теоретическая радиотехника. Справочное пособие.–М: Горячая линия-Телеком, 2005.–704 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 101 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1: Лабораторный практикум по курсу «Радиотехнические цепи и сигналы». Теория сигналов. / Каратаева Н. А., Богомолов С. И. - 2013. 36 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3417, свободный.

2. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1 Теория сигналов и линейные цепи: Учебно-методическое пособие / Каратаева Н. А., Киселев П. С. - 2012. 34 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2790, свободный.

3. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 2 Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация: Учебное пособие / Каратаева Н. А. - 2012. 257 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2799, свободный.

Согласована на портале № 12667

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Образовательный портал университета, библиотека университета.
2. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы в Internet.

Согласована на портале № 12667