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

Компьютерное моделирование и анализ данных

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **05.04.06 Экология и природопользование**
Направленность (профиль): **Экологическая безопасность природопользования**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **РЭТЭМ, Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные работы	36	36	часов
4	Всего аудиторных занятий	72	72	часов
5	Самостоятельная работа	108	108	часов
6	Всего (без экзамена)	180	180	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	216	216	часов
		6.0	6.0	З.Е

Экзамен: 2 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 17326

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 48 от «16» 1 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 05.04.06 Экология и природопользование, утвержденного 23 сентября 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. РЭТЭМ _____ Н. Н. Несмелова

Заведующий обеспечивающей каф.
РЭТЭМ _____ В. И. Туев

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

Декан РКФ _____ Д. В. Озеркин

Заведующий выпускающей каф.
РЭТЭМ _____ В. И. Туев

Эксперты:

профессор кафедра РЭТЭМ _____ Г. В. Смирнов

Согласована на портале № 17326

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

изучение современных компьютерных технологий сбора, обработки и анализа экологических данных для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности

1.2. Задачи дисциплины

– развитие у магистрантов способности применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче экологической и географической информации

– изучение возможностей компьютерного моделирования и анализа данных для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности

– изучение современных методов планирования эксперимента, оценки репрезентативности материала, объема выборок при проведении количественных исследований, статистических методов сравнения полученных данных и определения закономерностей

– знакомство с основными подходами и методами в области интеллектуального анализа данных (Data Mining)

– формирование представлений о типах задач, возникающих в области анализа данных, и методах их решения

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Компьютерное моделирование и анализ данных» (Б1.Б.3) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: История и методология науки и техники (экология, техносферная безопасность, технология электронных средств).

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты, Научно-исследовательская работа (рассред.).

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-2 способностью применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче географической информации и для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности;

– ОПК-6 владением методами оценки репрезентативности материала, объема выборок при проведении количественных исследований, статистическими методами сравнения полученных данных и определения закономерностей;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** методы планирования экспериментов и обработки данных; алгоритмы анализа данных с учетом вида статистической гипотезы, особенностей выборки, измерительных шкал, характера распределения исследуемых показателей, наличия выпадающих значений; современные компьютерные технологии сбора, хранения, обработки, анализа и передачи экологической и географической информации; методы оценки репрезентативности материала, объема выборок при проведении количественных исследований, статистические методы сравнения полученных данных и определения закономерностей

– **уметь** планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать полученные данные с последующей интерпретацией результатов в терминах предметной области; подбирать алгоритмы анализа данных с учетом вида статистической гипотезы, особенностей выборки, измерительных шкал, характера распределения исследуемых показателей, наличия выпадающих значений; использовать методы оценки репрезентативности материала, объема выборок при проведении количественных исследований, статистические методы сравнения полученных данных и определения закономерностей, применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче экологической и географической информации и для решения

Согласована на портале № 17326

научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности;

– **владеть** современными методами количественной обработки информации, способностью планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать полученные данные с последующей интерпретацией результатов статистической обработки в терминах предметной области; методами оценки репрезентативности материала, объема выборок при проведении количественных исследований, статистическими методами сравнения полученных данных и определения закономерностей; способностью применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче экологической и географической информации и для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности;

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		2 семестр
Аудиторные занятия (всего)	72	72
Лекции	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	36	36
Самостоятельная работа (всего)	108	108
Оформление отчетов по лабораторным работам	30	30
Проработка лекционного материала	12	12
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	12	12
Написание рефератов	24	24
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	30	30
Всего (без экзамена)	180	180
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость ч	216	216
Зачетные Единицы	6.0	6.0

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
2 семестр						

Согласована на портале № 17326

1 Планирование эксперимента и организация данных	6	6	4	36	52	ОПК-2, ОПК-6
2 Алгоритмы, модели и методы обработки данных	6	6	8	36	56	ОПК-2, ОПК-6
3 Алгоритмические средства интеллектуального анализа данных	6	6	24	36	72	ОПК-2, ОПК-6
Итого за семестр	18	18	36	108	180	
Итого	18	18	36	108	180	

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
2 семестр			
1 Планирование эксперимента и организация данных	Понятие данных. Значение понятий объект и атрибут, выборка, зависимая и независимая переменная. Типышкал. Концепция и организация хранилища данных. Очистка данных. Хранилища данных и анализ. Многомерная модель данных. Цели планирования эксперимента. Планирование многомерного эксперимента. Критерии оптимизации.	6	ОПК-2, ОПК-6
	Итого	6	
2 Алгоритмы, модели и методы обработки данных	Проверка статистических гипотез. Исследование взаимосвязей. Взаимосвязи в многомерных данных. Методы снижения размерности и многомерной классификации данных.	6	ОПК-2, ОПК-6
	Итого	6	
3 Алгоритмические средства интеллектуального анализа данных	Интеллектуальный анализ данных. Алгоритмы поиска ассоциативных правил. Алгоритмы классификации и распознавания образов. Алгоритмы работы со сложными системами. Нейронные сети.	6	ОПК-2, ОПК-6
	Итого	6	
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 представлены в таблице 5.3.

Согласована на портале № 17326

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин		
	1	2	3
Предшествующие дисциплины			
1 История и методология науки и техники (экология, техносферная безопасность, технология электронных средств)	+	+	+
Последующие дисциплины			
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты	+	+	+
2 Научно-исследовательская работа (рассред.)	+	+	+

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 работы	Самостоятельная работа	
ОПК-2	+	+	+	+	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Выступление (доклад) на занятии, Тест, Реферат, Отчет по практическому занятию
ОПК-6	+	+	+	+	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Выступление (доклад) на занятии, Тест, Реферат, Отчет по практическому занятию

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Согласована на портале № 17326

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Планирование эксперимента и организация данных	Планирование эксперимента. Создание файла данных.	4	ОПК-2, ОПК-6
	Итого	4	
2 Алгоритмы, модели и методы обработки данных	Проверка гипотез о виде и параметрах распределенияПроверка гипотез о взаимосвязях признаков	8	ОПК-2, ОПК-6
	Итого	8	
3 Алгоритмические средства интеллектуального анализа данных	Многомерные статистические методы анализа данных: кластерный анализ, факторный анализ. многомерное шкалирование	12	ОПК-2, ОПК-6
	Анализ данных на основе алгоритмов нейронных сетей	12	
	Итого	24	
Итого за семестр		36	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Планирование эксперимента и организация данных	Генеральная совокупность и выборка. Планирование эксперимента: центральные композиционные планы.	6	ОПК-2, ОПК-6
	Итого	6	
2 Алгоритмы, модели и методы обработки данных	Гипотезы о параметрах генеральной совокупности.Гипотезы о взаимосвязях. Критерии значимости.	6	ОПК-2, ОПК-6
	Итого	6	
3 Алгоритмические средства интеллектуального анализа данных	Факторный анализ Многомерное шкалированиеКластерный анализ Дискриминантный анализЛогистическая регрессия	6	ОПК-2, ОПК-6
	Итого	6	
Итого за семестр		18	

Согласована на портале № 17326

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
2 семестр				
1 Планирование эксперимента и организация данных	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ОПК-2, ОПК-6	Выступление (доклад) на занятии, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Реферат, Тест
	Написание рефератов	12		
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	10		
	Итого	36		
2 Алгоритмы, модели и методы обработки данных	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ОПК-2, ОПК-6	Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	12		
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	10		
	Итого	36		
3 Алгоритмические средства интеллектуального анализа данных	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ОПК-2, ОПК-6	Выступление (доклад) на занятии, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест
	Написание рефератов	12		
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	10		
	Итого	36		
Итого за семестр		108		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		144		

9.1. Темы рефератов

1. Многомерные методы анализа данных в экологических исследованиях

Согласована на портале № 17326

2. История развития прикладной статистики. Вклад отдельных ученых в разработку методов анализа данных.

9.2. Темы для самостоятельного изучения теоретической части курса

1. Задачи и практическое применение Data Mining. Модели и методы Data Mining.

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
2 семестр				
Выступление (доклад) на занятии	5		5	10
Конспект самоподготовки		5		5
Отчет по лабораторной работе	5	5	5	15
Отчет по практическому занятию	3	3	3	9
Реферат	8		8	16
Тест	5	5	5	15
Итого максимум за период	26	18	26	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	26	44	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

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)

Согласована на портале № 17326

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. Ефимов, Владимир Васильевич. Статистические методы в управлении качеством продукции [Текст] : учебное пособие для вузов / В. В. Ефимов, Т. В. Барт. - 2-е изд., стереотип. - М. : КноРус, 2013. - 235 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

2. Воскобойников, Ю.Е. Регрессионный анализ данных в пакете MATHCAD + CD. [Электронный ресурс] : Учебные пособия — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 224 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/666 [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/book/666

3. Боровиков, В.П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA.Учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс] : Учебные пособия — Электрон. дан. — М. : Горячая линия-Телеком, 2013. — 288 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/11828 [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/book/11828

12.2. Дополнительная литература

1. Брандт, Зигмунд. Анализ данных. Статистические и вычислительные методы для научных работников и инженеров: Пер. с англ.: Учебное пособие / З. Брандт; пер.: О.И.Волкова; ред. пер.: Е.В.Чепурин. - М.: Мир, 2003; М. : АСТ, 2003. - 686 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

2. Просветов, Георгий Иванович. Анализ данных с помощью Excel: задачи и решения [Текст] : учебно-практическое пособие / Г. И. Просветов. - М. : Альфа-Пресс, 2009. - 160 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

3. Несмелова, Н. Н. Многомерные методы исследования биологических систем : монография / Н. Н. Несмелова, Е. Г. Незнамова, Г. В. Смирнов ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск), Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга. - Томск : ТУСУР, 2007. - 178 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)

4. Хранилища данных: Учебное пособие / Жуковский О. И. - 2015. 165 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5366, дата обращения: 22.03.2017.

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Статистические методы обработки: Учебное методическое пособие / Смирнов Г. В. - 2012. 107 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1791, дата обращения: 22.03.2017.

2. Экспериментальные методы в контроле качества: Методические рекомендации к лабораторным занятиям / Петров Ю. И., Дробот П. Н. - 2011. 62 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/907, дата обращения: 22.03.2017.

3. Статистические методы в управлении инновациями: Методические рекомендации к лабораторным работам, практическим занятиям и самостоятельной работе / Монастырный Е. А. - 2012. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2812, дата обращения: 22.03.2017.

4. Эксперимент: планирование, проведение, анализ: Методические указания к практическим занятиям, самостоятельной работе и курсовому проектированию для студентов академической магистратуры «Проектирование и технология наноэлектронных средств» / Еханин С. Г. - 2016. 29 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5930, дата об-

Согласована на портале № 17326

ращения: 22.03.2017.

5. Антипин, М.Е. Информационные технологии обработки данных. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ. [Электронный ресурс] : Методические указания и рекомендации — Электрон. дан. — М. : ТУСУР, 2012. — 8 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/10875 [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/book/10875

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;
- 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. http://statsoft.ru/ - Компания StatSoft Russia, официальный сайт
2. https://yandex.ru/ - поисковая система Яндекс

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, Ленина пр-кт, д. 40, 3 этаж, ауд. 314. Состав оборудования: Учебная мебель: компьютерный стол-17шт, учебный стол- 9, стулья-37 шт.; доска магнитно-маркерная -1шт.; компьютеры класса не ниже Intel Pentium G2020 -18 шт.; телевизор Samsung-1шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3; Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Office 2007; Mathcad 13.1. Компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных работ используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Ленина пр-кт, д. 40, 3 этаж, ауд. 314. Состав оборудования: Учебная мебель: компьютерный стол-17шт, учебный стол- 9, стулья-37 шт.; доска магнитно-маркерная -1шт.; компьютеры класса не ниже Intel Pentium G2020 -18 шт.; телевизор Samsung-1шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3; Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Office 2007; Mathcad 13.1. Компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), рас-

Согласована на портале № 17326

положенная по адресу 634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, 2 этаж, ауд. 233. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Ce1егоп D336 2.8ГГц. - 5 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 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;

Согласована на портале № 17326

– 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.

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 № 17326

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

Компьютерное моделирование и анализ данных

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **05.04.06 Экология и природопользование**
Направленность (профиль): **Экологическая безопасность природопользования**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **РЭТЭМ, Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга**
Курс: **1**
Семестр: **2**

Учебный план набора 2017 года

Разработчики:
- доцент каф. РЭТЭМ Н. Н. Несмелова

Экзамен: 2 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 17326

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-6	владением методами оценки репрезентативности материала, объема выборок при проведении количественных исследований, статистическими методами сравнения полученных данных и определения закономерностей	Должен знать методы планирования экспериментов и обработки данных; алгоритмы анализа данных с учетом вида статистической гипотезы, особенностей выборки, измерительных шкал, характера распределения исследуемых показателей, наличия выпадающих значений; современные компьютерные технологии сбора, хранения, обработки, анализа и передачи экологической и географической информации; методы оценки репрезентативности материала, объема выборок при проведении количественных исследований, статистические методы сравнения полученных данных и определения закономерностей; Должен уметь планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать полученные данные с последующей интерпретацией результатов в терминах предметной области; подбирать алгоритмы анализа данных с учетом вида статистической гипотезы, особенностей выборки, измерительных шкал, характера распределения исследуемых показателей, наличия выпадающих значений; использовать методы оценки репрезентативности материала, объема выборок при проведении количественных исследований, статистические методы сравнения полученных данных и определения закономерностей, применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче экологической и географической информации и для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности;; Должен владеть современными методами количественной обработки информации, способностью планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и
ОПК-2	способностью применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче географической информации и для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности	

Согласована на портале № 17326

		анализировать полученные данные с последующей интерпретацией результатов статистической обработки в терминах предметной области; методами оценки репрезентативности материала, объема выборок при проведении количественных исследований, статистическими методами сравнения полученных данных и определения закономерностей; способностью применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче экологической и географической информации и для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности;;

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
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-6

ОПК-6: владением методами оценки репрезентативности материала, объема выборок при проведении количественных исследований, статистическими методами сравнения полученных данных и определения закономерностей.

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	методы планирования экспериментов, обработки и анализа их результатов, методы оцен-	планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать полученные данные с по-	современными методами количественной обработки информации, способностью планиро-

Согласована на портале № 17326

	ки репрезентативности материала, объема выборок при проведении количественных исследований, статистические методы сравнения полученных данных и определения закономерностей; алгоритмы анализа данных с учетом вида статистической гипотезы, особенностей выборки, измерительных шкал, характера распределения исследуемых показателей, наличия выпадающих значений	следующей интерпретацией результатов в терминах предметной области; подбирать алгоритмы анализа данных с учетом вида статистической гипотезы, особенностей выборки, измерительных шкал, характера распределения исследуемых показателей, наличия выпадающих значений; использовать методы оценки репрезентативности материала, объема выборок при проведении количественных исследований, статистические методы сравнения полученных данных и определения закономерностей	вать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать полученные данные с последующей интерпретацией результатов статистической обработки в терминах предметной области; методами оценки репрезентативности материала, объема выборок при проведении количественных исследований, статистическими методами сравнения полученных данных и определения закономерностей; алгоритмами анализа данных с учетом вида статистической гипотезы, особенностей выборки, измерительных шкал, характера распределения исследуемых показателей, наличия выпадающих значений
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Конспект самоподготовки; • Отчет по лабораторной работе; • Выступление (доклад) на занятии; • Тест; • Реферат; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен;	• Конспект самоподготовки; • Отчет по лабораторной работе; • Выступление (доклад) на занятии; • Тест; • Реферат; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Выступление (доклад) на занятии; • Реферат; • Отчет по практическому занятию; • 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)	• методы планирования экспериментов, обработки и анализа их ре-	• планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализи-	• современными методами количественной обработки информации,

Согласована на портале № 17326

	зультатов, методы оценки репрезентативности материала, объема выборок при проведении количественных исследований, статистические методы сравнения полученных данных и определения закономерностей; алгоритмы анализа данных с учетом вида статистической гипотезы, особенностей выборки, измерительных шкал, характера распределения исследуемых показателей, наличия выпадающих значений;	ровать полученные данные с последующей интерпретацией результатов в терминах предметной области; подбирать алгоритмы анализа данных с учетом вида статистической гипотезы, особенностей выборки, измерительных шкал, характера распределения исследуемых показателей, наличия выпадающих значений; использовать методы оценки репрезентативности материала, объема выборок при проведении количественных исследований, статистические методы сравнения полученных данных и определения закономерностей;	способностью планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать полученные данные с последующей интерпретацией результатов статистической обработки в терминах предметной области; методами оценки репрезентативности материала, объема выборок при проведении количественных исследований, статистическими методами сравнения полученных данных и определения закономерностей; алгоритмами анализа данных с учетом вида статистической гипотезы, особенностей выборки, измерительных шкал, характера распределения исследуемых показателей, наличия выпадающих значений;
Хорошо (базовый уровень)	• методы оценки репрезентативности материала, объема выборок при проведении количественных исследований, статистические методы сравнения полученных данных и определения закономерностей; алгоритмы анализа данных с учетом вида статистической гипотезы, особенностей выборки, измерительных шкал, характера распределения исследуемых показателей, наличия выпадающих значений;	• подбирать алгоритмы анализа данных с учетом вида статистической гипотезы, особенностей выборки, измерительных шкал, характера распределения исследуемых показателей, наличия выпадающих значений; использовать методы оценки репрезентативности материала, объема выборок при проведении количественных исследований, статистические методы сравнения полученных данных и определения закономерностей;	• современными методами количественной обработки информации; методами оценки репрезентативности материала, объема выборок при проведении количественных исследований, статистическими методами сравнения полученных данных и определения закономерностей; алгоритмами анализа данных с учетом вида статистической гипотезы, особенностей выборки, измерительных шкал, характера распределения исследуемых показателей, наличия выпадающих значений;
Удовлетворительно (пороговый	• методы оценки репрезентативности мате-	• использовать методы оценки репрезентатив-	• методами оценки репрезентативности мате-

Согласована на портале № 17326

уровень)	риала, объема выборок при проведении количественных исследований, статистические методы сравнения полученных данных и определения закономерностей;	ности материала, объема выборок при проведении количественных исследований, статистические методы сравнения полученных данных и определения закономерностей;	риала, объема выборок при проведении количественных исследований, статистическими методами сравнения полученных данных и определения закономерностей;

2.2 Компетенция ОПК-2

ОПК-2: способностью применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче географической информации и для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности.

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	современные алгоритмы и технологии обработки информации, теоретические основы статистической обработки и интеллектуального анализа данных, современные компьютерные технологии сбора, хранения, обработки, анализа и передачи экологической и географической информации; методы планирования экспериментов, обработки и анализа их результатов; алгоритмы анализа данных с учетом вида статистической гипотезы, особенностей выборки, измерительных шкал, характера распределения исследуемых показателей, наличия выпадающих значений	пользоваться современными методами количественной обработки информации, подбирать алгоритмы анализа данных с учетом вида статистической гипотезы, особенностей выборки, измерительных шкал, характера распределения исследуемых показателей, наличия выпадающих значений, проводить обработку данных с использованием специализированных и универсальных программных средств, интерпретировать полученные результаты в терминах предметной области; применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче экологической и географической информации и для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности	современными методами количественной обработки информации, способностью обрабатывать результаты наблюдений и экспериментальные данные, навыками использования компьютерных технологий обработки данных, способностью интерпретировать результаты статистической обработки в терминах предметной области; способностью применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче экологической и географической информации и для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности; алгоритмами анализа данных с учетом вида статистической гипотезы, особенностей выборки, измерительных шкал, характера распределения исследуемых показателей, наличия выпадающих значений

Согласована на портале № 17326

Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Конспект самоподготовки; • Отчет по лабораторной работе; • Выступление (доклад) на занятии; • Тест; • Реферат; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен;	• Конспект самоподготовки; • Отчет по лабораторной работе; • Выступление (доклад) на занятии; • Тест; • Реферат; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Выступление (доклад) на занятии; • Реферат; • Отчет по практическому занятию; • 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)	• современные алгоритмы и технологии обработки информации, теоретические основы статистической обработки и интеллектуального анализа данных, современные компьютерные технологии сбора, хранения, обработки, анализа и передачи экологической и географической информации; методы планирования экспериментов, обработки и анализа их результатов; алгоритмы анализа данных с учетом вида статистической гипотезы, особенностей выборки, измерительных шкал, характера распределения исследуемых показателей, наличия выпадающих значений;	• пользоваться современными методами количественной обработки информации, подбирать алгоритмы анализа данных с учетом вида статистической гипотезы, особенностей выборки, измерительных шкал, характера распределения исследуемых показателей, наличия выпадающих значений, проводить обработку данных с использованием специализированных и универсальных программных средств, интерпретировать полученные результаты в терминах предметной области; применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче экологической и географической информации и для решения научно-исследо-	• современными методами количественной обработки информации, способностью обрабатывать результаты наблюдений и экспериментальные данные, навыками использования компьютерных технологий обработки данных, способностью интерпретировать результаты статистической обработки в терминах предметной области; способностью применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче географической информации и для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности; алгоритмами анализа данных с учетом вида статистической ги-

Согласована на портале № 17326

		вательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности;	потезы, особенностей выборки, измерительных шкал, характера распределения исследуемых показателей, наличия выпадающих значений;
Хорошо (базовый уровень)	• современные алгоритмы и технологии обработки информации, современные компьютерные технологии сбора, хранения, обработки, анализа и передачи экологической и географической информации; алгоритмы анализа данных с учетом вида статистической гипотезы, особенностей выборки, измерительных шкал, характера распределения исследуемых показателей, наличия выпадающих значений;	• пользоваться современными методами количественной обработки информации, проводить обработку данных с использованием специализированных и универсальных программных средств, интерпретировать полученные результаты в терминах предметной области; применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче экологической и географической информации и для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности;	• современными методами количественной обработки информации, способностью обрабатывать результаты наблюдений и экспериментальные данные, навыками использования компьютерных технологий обработки данных, способностью применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче географической информации и для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• современные компьютерные технологии сбора, хранения, обработки, анализа и передачи экологической и географической информации ;	• применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче экологической и географической информации и для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности;	• способностью применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче экологической и географической информации и для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности;

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.

Согласована на портале № 17326

3.1 Вопросы на самоподготовку

– Задачи и практическое применение Data Mining. Модели и методы Data Mining.

3.2 Тестовые задания

– Для проверки гипотезы о независимости двух количественных переменных используется: а) кластерный анализ б) корреляционный анализ в) дисперсионный анализ

– Вариация – это: а) разнообразие значений определенного признака в статистической совокупности; б) отличия значений разных признаков у отдельного элемента совокупности

– Мода в ряду распределения – это: а) наиболее распространенное значение признака; б) наибольшая частота

3.3 Темы рефератов

– История развития прикладной статистики. Вклад отдельных ученых в разработку методов анализа данных.

3.4 Темы докладов

– Многомерные методы анализа данных в экологических исследованиях

– История развития прикладной статистики. Вклад отдельных ученых в разработку методов анализа данных.

– Задачи и практическое применение Data Mining. Модели и методы Data Mining.

3.5 Экзаменационные вопросы

– Выборочный метод статистического исследования, виды выборок. Проверка статистических гипотез о параметрах распределения

– Генеральная совокупность и ее свойства. Описательные статистики

– Планирование эксперимента. Кластерный анализ

– Определение и свойства модели интеллектуального анализа данных. Классификация данных

– Кластеризация данных. Ассоциативные правила

– Средства интеллектуального анализа данных Деревья решений

3.6 Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

– Генеральная совокупность и выборка. Планирование эксперимента: центральные композиционные планы.

– Гипотезы о параметрах генеральной совокупности. Гипотезы о взаимосвязях. Критерии значимости.

– Факторный анализ Многомерное шкалирование Кластерный анализ Дискриминантный анализ Логистическая регрессия

3.7 Темы лабораторных работ

– Проверка гипотез о виде и параметрах распределения Проверка гипотез о взаимосвязях признаков

– Многомерные статистические методы анализа данных: кластерный анализ, факторный анализ. многомерное шкалирование

– Анализ данных на основе алгоритмов нейронных сетей

– Планирование эксперимента. Создание файла данных.

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. Ефимов, Владимир Васильевич. Статистические методы в управлении качеством продукции [Текст] : учебное пособие для вузов / В. В. Ефимов, Т. В. Барт. - 2-е изд., стереотип. - М. :

Согласована на портале № 17326

КноРус, 2013. - 235 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

2. Воскобойников, Ю.Е. Регрессионный анализ данных в пакете MATHCAD + CD. [Электронный ресурс] : Учебные пособия — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 224 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/666 [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/book/666

3. Боровиков, В.П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA.Учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс] : Учебные пособия — Электрон. дан. — М. : Горячая линия-Телеком, 2013. — 288 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/11828 [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/book/11828

4.2. Дополнительная литература

1. Брандт, Зигмунд. Анализ данных. Статистические и вычислительные методы для научных работников и инженеров: Пер. с англ.: Учебное пособие / З. Брандт; пер.: О.И.Волкова; ред. пер.: Е.В.Чепурин. - М.: Мир, 2003; М. : АСТ, 2003. - 686 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

2. Просветов, Георгий Иванович. Анализ данных с помощью Excel: задачи и решения [Текст] : учебно-практическое пособие / Г. И. Просветов. - М. : Альфа-Пресс, 2009. - 160 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

3. Несмелова, Н. Н. Многомерные методы исследования биологических систем : монография / Н. Н. Несмелова, Е. Г. Незнамова, Г. В. Смирнов ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск), Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга. - Томск : ТУСУР, 2007. - 178 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)

4. Хранилища данных: Учебное пособие / Жуковский О. И. - 2015. 165 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5366, свободный.

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Статистические методы обработки: Учебное методическое пособие / Смирнов Г. В. - 2012. 107 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1791, свободный.

2. Экспериментальные методы в контроле качества: Методические рекомендации к лабораторным занятиям / Петров Ю. И., Дробот П. Н. - 2011. 62 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/907, свободный.

3. Статистические методы в управлении инновациями: Методические рекомендации к лабораторным работам, практическим занятиям и самостоятельной работе / Монастырный Е. А. - 2012. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2812, свободный.

4. Эксперимент: планирование, проведение, анализ: Методические указания к практическим занятиям, самостоятельной работе и курсовому проектированию для студентов академической магистратуры «Проектирование и технология наноэлектронных средств» / Еханин С. Г. - 2016. 29 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5930, свободный.

5. Антипин, М.Е. Информационные технологии обработки данных. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ. [Электронный ресурс] : Методические указания и рекомендации — Электрон. дан. — М. : ТУСУР, 2012. — 8 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/10875 [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/book/10875

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. http://statsoft.ru/ - Компания StatSoft Russia, официальный сайт
2. https://yandex.ru/ - поисковая система Яндекс

Согласована на портале № 17326