



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Факультет гидротехнического, агропромышленного и гражданского
строительства
Кафедра информационных технологий в строительстве

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по науке
и инновационному развитию
С.Л. Белопухов
«30» августа 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

для подготовки кадров высшей квалификации
направленность программы
Строительные конструкции, здания и сооружения;
Гидротехническое строительство;
Гидравлика и инженерная гидрология

ФГОС ВО (уровень подготовка кадров высшей квалификации)

Направление подготовки (шифр, название): 08.06.01 - Техника и технологии
строительства

Год обучения 2

Семестр обучения 4

Язык преподавания русский

Москва, 2017

Автор рабочей программы: Снежко Вера Леонидовна, доктор технических наук, профессор



«02» 06 2017 г.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины Блока 1 «Дисциплины (модули)» аспирантам очной формы обучения.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО (уровень подготовки, кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 08.06.01-Техника и технологии строительства, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.07.2014 № 873 и зарегистрированного в Минюсте России 20.08.2014 № 33710.

Программа обсуждена на заседании кафедры информационных технологий в АПК

Зав. кафедрой
Снежко Вера Леонидовна,
доктор технических наук, профессор



«02 » 06 2017 г.

Рецензент:

Жарницкий В.Я,
д.т.н., доцент



«02» 06 2017 г.

Проверено:

Начальник учебно-методического отдела
Управления подготовки кадров
высшей квалификации



С.А. Дикарева

Согласовано:

Декан факультета

Александров К.М.Н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Александров
(подпись)

«05» 06 2017 г.

Зам. декана по практике и научной работе факультета

ТАТС
Вероника ИС
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

ИС
(подпись)

«05» 06 2017 г.

2017 г.

Программа обсуждена на заседании Ученого совета факультета, протокол «05» 06 2017 г. № 8

ТАТС

Секретарь ученого совета факультета

Марева О.В., к.т.н
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Марева
(подпись)

«05» 06 2017 г.

Программа принята комиссией по НИР Ученого совета факультета

ТАТС
протокол № 6 от «05» 06 2017 г.

Руководитель программы аспирантуры

д.т.н. проф. Светло В.Л.

Светло
(подпись)
«05» 06 2017 г.

Начальник УИТ

М.Ю. Годов
(подпись)

М.Ю. Годов

Отдел комплектования ЦНБ

Е.А. Комарова
(подпись)

Е.А. Комарова

Копия электронного варианта получена:

Начальник отдела поддержки
дистанционного обучения УИТ

К.И. Ханжиян
(подпись)

К.И. Ханжиян

Содержание

АННОТАЦИЯ	5
1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	6
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ООП.....	6
3. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	6
4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....	6
5. ВХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ.....	8
6. ФОРМАТ ОБУЧЕНИЯ.....	8
7. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), ВИДЫ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ И ФОРМ ИХ ПРОВЕДЕНИЯ.....	8
7.1 Распределение трудоёмкости дисциплины (модуля) по видам работ.....	8
7.2 Содержание дисциплины.....	9
7.3 Образовательные технологии.....	14
7.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины (модуля).....	16
7.5 Контрольные работы /рефераты.....	17
8. ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ И ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ.....	23
9. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.....	28
9.1 Перечень основной литературы.....	28
9.2 Перечень дополнительной литературы.....	29
9.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».....	29
9.4 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса.....	30
9.5 Описание материально-технической базы.....	30
9.5.1 Требования к аудиториям.....	30
9.5.2 Требования к специализированному оборудованию.....	30
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ АСПИРАНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ПО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЮ).....	30
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....	32

АННОТАЦИЯ

Учебная дисциплина (модуль) «Обработка экспериментальных данных» является важной составной частью Учебного плана подготовки аспирантов по направлению подготовки 08.06.01-Техника и технологии строительства, программе аспирантуры 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения; 05.23.07 – Гидротехническое строительство; 05.23.16 Гидравлика и инженерная гидрология.

Основная задача учебной дисциплины (модуля) – получение аспирантами систематизированных теоретических и практических знаний в области планировании эксперимента, международной стандартизации обработки данных и прикладных статистических исследований и их применению при анализе экспериментальных данных с использованием пакетов программ.

Дисциплина (модуль) «Обработка экспериментальных данных» в системе технических наук изучает практическое применение методов статистического анализа к данным исследований гидравлических и гидрологических явлений. Рассматриваются вопросы о формировании выборок, построении комбинационных квадратов, применении методов описательной и аналитической статистики при обработке данных физических экспериментов.

Аспиранты получают представление о стандартизации расчетов.

Общая трудоемкость учебной дисциплины «Обработка экспериментальных данных» составляет 3 зачетных ед., в объеме 108 часов.

Контроль знаний аспирантов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация аспирантов – оценка знаний и умений проводится постоянно на практических занятиях с помощью решения типовых задач и опроса, оценки самостоятельной работы аспирантов.

Промежуточная аттестация аспирантов проводится в форме итогового контроля по дисциплине – зачета.

Ведущие преподаватели: д.т.н., проф. Снежко В.Л.

1. Цель и задачи дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины (модуля) Б1.В.ОД.3 «Обработка экспериментальных данных является освоение аспирантами теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков в области обработки данных эксперимента, познания способов формирования выборочных совокупностей и вывода эмпирических зависимостей, ознакомление с международной и Российской стандартизацией обработки результатов измерений.

Задачи дисциплины изучить способы формирования выборок, построения комбинационных квадратов, практически применять методы описательной и аналитической статистики при обработке данных физических экспериментов.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее программа аспирантуры).

Дисциплина (модуль) Б1.В.ОД.3 «Обработка экспериментальных данных» включена в перечень ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации), в Блок 1 «Дисциплины (модули)» вариативной части. Реализация в дисциплине «Обработка экспериментальных данных» требований ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации), ОПОП ВО и Учебного плана по программе аспирантуры, решений учебно-методической комиссии и Ученого совета факультета, отечественного и зарубежного опыта, должна учитывать следующее знание научных разделов: Эмпирические исследования; Построение эмпирических зависимостей; Элементы теории ошибок.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина являются: гидравлика, инженерная гидрология, гидротехническое строительство, теория ошибок, математическая статистика, информатика, информационные технологии.

Дисциплина (модуль) является основополагающей (*для специальной дисциплины*) в учебном плане подготовки аспирантов по направлению подготовки 08.06.01-Техника и технологии строительства, программе аспирантуры 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения; 05.23.07 – Гидротехническое строительство; 05.23.16 Гидравлика и инженерная гидрология.

Особенностью учебной дисциплины (модуля) «Обработка экспериментальных данных» является ее практическая направленность, ориентация на компьютерные технологии. Аспирантам необходимо

проводить обработку данных в прикладных пакетах, что предполагает знания современных принципов и методов автоматизированной обработки информации.

3. Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы, 108 часов, из которых 30 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (10 часов занятия лекционного типа, 20 часов занятия семинарского типа) 78 часов составляет самостоятельная работа аспиранта.

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы аспирантуры

Дисциплина должна формировать следующие компетенции:

ОПК-1 Владеть методологией теоретических и экспериментальных исследований в области строительства

ОПК-6 Способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области строительства

Освоение учебной дисциплины (модуля) «Обработка экспериментальных данных» направлено на формирование у аспирантов компетенций (*УК/ОПК и/или ПК, знания, умения и/или владения*), представленных в таблице 1.

Контроль знаний аспирантов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация аспирантов – оценка знаний и умений проводится постоянно на практических занятиях с помощью решения типовых задач и опроса, оценки самостоятельной работы аспирантов.

Промежуточная аттестация аспирантов проводится в форме итогового контроля по дисциплине – зачета.

Таблица 1

Планируемые результаты обучения по дисциплине «Обработка экспериментальных данных», соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы аспирантуры

№ п/п	Код компетенции	Содержание формируемых компетенций	В результате изучения дисциплины(модуля) обучающиеся должны:		
			знать	уметь	владеть
1	ОПК-1	Владеть методологией теоретических и экспериментальных исследований в области строительства	З (ОПК-1) современные достижения в области теоретических и экспериментальных исследований в области строительства	У (ОПК-1) планировать, проводить и обрабатывать результаты экспериментальных исследований	
2	ОПК-6	Способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области строительства	З (ОПК-6) современные методы исследований в области строительства	У (ОПК-6) применять разработанные методы исследования в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области строительства, оценивать сравнительные преимущества и недостатки предлагаемых методов и предвидеть возможные проблемы при их реализации	

5. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия

Для изучения дисциплины необходимы знания дисциплин гидравлика и инженерная гидрология, гидротехническое строительство, теория ошибок, математическая статистика, информатика, информационные технологии в рамках высшего профессионального образования.

6. Формат обучения

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются электронными и (или) печатными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

7. Содержание дисциплины (модуля), виды учебных занятий и формы их проведения

7.1. Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	зач. ед.	час.
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3	108
Аудиторные занятия	0,83	30
Лекции (Л)		10
Практические занятия (ПЗ)		20
Самостоятельная работа (СРА)¹	2,17	78
в том числе:		
реферат		27
самоподготовка к текущему контролю знаний		42
др. виды (вопросы для самостоятельного изучения)		
Вид контроля:		
зачет	0,25	9

7.2. Содержание дисциплины (модуля)

Таблица 3

Тематический план дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего, час.	Контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.
		Лекция	Практич. занятия	Семинар	
Введение	1	1	0		0
Раздел I. Эмпирические исследования	34	3	7		24
Тема 1 Виды и способы формирования выборок	7	1	2		4
Тема 2 Описательная статистика выборочных данных	11	1	2		8
Тема 2 Аналитическая статистика выборочных данных	16	1	3		12
Раздел II. Построение эмпирических зависимостей	40	3	7		30
Тема 1. Корреляционный анализ	15	1	2		12
Тема 2. Модели парной регрессии и их статистические оценки	16	1	3		12
Тема 3. Модели множественной регрессии и их статистические оценки	9	1	2		6
Раздел III. Элементы теории ошибок	24	3	6		24
Тема 1. Ошибки непосредственно определяемых величин	6	1	2		3
Тема 2. Ошибки косвенно определяемых величин	9	1	2		6
Тема 3. Понятие о комбинационных квадратах	9	1	2		6
Подготовка к зачету	9				9
Итого по дисциплине (модулю)	108	10	20		78

Введение

Область применения эксперимента в гидравлике и инженерной гидрологии. Виды эксперимента. Структура курса. Аксиоматический и гипотетический подходы в научных исследованиях.

Раздел I. Эмпирические исследования

Тема 1 Виды и способы формирования выборок.

Методологический и прикладной инструментарий исследований. Понятие эксперимента. Проблемы экспериментальных исследований. Генеральная и выборочная совокупности. Требования к выборкам. Методы формирования выборочных совокупностей (случайные и не строго случайные выборки). Виды выборок Простая случайная, Систематическая случайная, Серийная (гнездовая), Целенаправленная, Квотная, Стихийная. Определение объема выборки.

Тема 2 Описательная статистика выборочных данных

Вариационные ряды: дискретные и интервальные вариационные ряды, частоты и частости. Графическое изображение вариационных рядов: полигон, гистограмма и кумулята. Средние величины: средняя арифметическая, медиана, мода. Показатели вариации: вариационный размах, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации. Начальные и центральные моменты вариационного ряда. Коэффициент асимметрии. Эксцесс. Интервальное оценивание. Доверительный интервал и доверительная вероятность для среднего значения.

Тема 2 Аналитическая статистика выборочных данных

Дискретные распределения: биномиальное распределение, распределение Пуассона. Непрерывные одно-, двух- и трехпараметрические распределения (экспоненциальное, нормальное, Вейбулла, гамма-распределение).

Проверка статистических гипотез. Параметрические гипотезы. Критерии значимости. Общая схема проверки параметрических гипотез по критерию значимости. Проверка гипотез о равенстве средних и дисперсий двух нормальных генеральных совокупностей. Проверка гипотез о значениях параметров генеральной совокупности. Непараметрические гипотезы. Критерии согласия. Проверка гипотезы о законе распределения генеральной совокупности по критерию Крамера-Мизеса-Смирнова.

Раздел II. Построение эмпирических зависимостей

Тема 1. Корреляционный анализ

Статистическая зависимость (независимость) случайных переменных. Корреляционная зависимость. Однофакторные и

множественные корреляционные связи. Виды корреляции (линейная и нелинейная, положительная и отрицательная, автокорреляция).

Понятие корреляционного анализа. Параметрические показатели корреляции. Определение ковариации. Линейный коэффициент корреляции Пирсона. Оценка значимости коэффициента корреляции с использованием t-критерия Стьюдента.

Ограничения корреляционного анализа. Примеры практического использования корреляции при анализе данных гидравлических и гидрологических исследований.

Тема 2. Модели парной регрессии и их статистические оценки

Регрессия и ее виды. Причины присутствия случайного фактора. Уравнение регрессии или модель связи зависимой переменной и факторов. Требования к построению уравнения регрессии. Условия теоретической обоснованности моделей (соответствие всех признаков нормальному закону распределения, постоянство дисперсии моделируемого признака, независимость отдельных наблюдений).

Параметры модели, их содержание. Система нормальных уравнений для нахождения параметров линейной парной регрессии. Метод наименьших квадратов (МНК).

Проверка адекватности (определение значимости модели и наличия систематической ошибки) и точности уравнения регрессии.

Анализ остатков регрессионной модели: проверка случайности, равенства математического ожидания остаточной последовательности, гомоскедастичности или постоянство дисперсии остатков, отсутствия автокорреляции, соответствия распределения остаточной составляющей нормальному закону распределения.

Определение меры точности модели: максимальная, средняя абсолютная и средняя квадратическая ошибка, дисперсия остатков, средняя относительная ошибка аппроксимации.

Прогнозируемые значения переменной и доверительные интервалы прогноза.

Нелинейные модели и их линеализация. Регрессии, нелинейные по переменным, включенным в анализ, но линейные по оцениваемым параметрам (полиномы, гипербола). Регрессии, нелинейные по оцениваемым параметрам (степенная, показательная, экспоненциальная). Линеализация моделей. Оценка параметров нелинейной регрессии по переменным, включенным в анализ.

Тема 3. Модели множественной регрессии и их статистические оценки

Задачи множественного корреляционно-регрессионного анализа. Уравнение линейной множественной регрессии. Оценивание достоверности каждого из параметров модели при помощи t-критерия Стьюдента. Определение коэффициента множественной детерминации.

Отбор факторных признаков в модель. Матрица парных линейных коэффициентов корреляции. Мультиколлинеарность, причины ее

возникновения и ее последствия. Выявление мультиколлинеарности. Методы устранения или уменьшения мультиколлинеарности: сравнение линейных коэффициентов корреляции, метод включения (метод пошаговой регрессии), метод исключения факторов.

Раздел III. Элементы теории ошибок

Тема 1. Ошибки непосредственно определяемых величин

Оценка точности результатов измерений. Точность метода измерений согласно ГОСТ ИСО. Систематическая и случайная погрешности измерения. Оценки предельной погрешности: абсолютная предельная ошибка, предельная относительная ошибка. Границы доверительного интервала случайной ошибки. Предельная относительная суммарная ошибка (систематическая и случайная) в измеряемом диапазоне.

Тема 2. Ошибки косвенно определяемых величин

Представление косвенно измеряемых величин через непосредственно измеряемые величины. Формулы расчета. Систематическая ошибка косвенного измерения. Относительная систематическая ошибка косвенного измерения. Случайная ошибка и относительная случайная ошибка косвенного измерения. Суммарная абсолютная ошибка и суммарная относительная ошибка косвенного измерения. Пределы применения косвенных значений.

Тема 3. Понятие о комбинационных квадратах

Матрицы серий. Определение числа повторов из условий повторяемости и воспроизводимости. Требования ГОСТ ИСО к сопоставимости данных. Сравнение данных, полученных в различных лабораториях. Требуемое количество наблюдений в серии. Выявление выбросов – критерий Граббса.

Таблица 4

Содержание практических занятий по дисциплине и контрольных мероприятий

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (укрупнено)	№ и название практических/семинарских занятий	Вид контрольного мероприятия	Кол-во академических часов
Раздел I. Эмпирические исследования				
1	Тема 1. Виды и способы формирования выборок	ПЗ 1. Определение способов отбора и размера выборочных совокупностей	Опрос.	2

2	Тема 2. Описательная статистика выборочных данных	ПЗ 2. Определение точечных и интервальных оценок случайной величины	. Опрос. Кейс для решения задач на ПК	2
3	Тема 3. Аналитическая статистика выборочных данных	ПЗ 3. Проверка гипотез согласно ГОСТ	Опрос. Кейс для решения задач на ПК	3
Раздел II. Построение эмпирических зависимостей				
4	Тема 1. Корреляционный анализ	ПЗ 4. Оценка связи между факторами	Опрос. Кейс для решения задач на ПК	2
5	Тема 2. Модели парной регрессии и их статистические оценки	ПЗ 5. Построение и оценка парных регрессионных зависимостей	Опрос. Кейс для решения задач на ПК	3
6	Тема 3. Модели множественной регрессии и их статистические оценки	ПЗ 6. Построение и оценка множественных регрессионных зависимостей	Опрос. Кейс для решения задач на ПК	2
Раздел III. Элементы теории ошибок				
7	Тема 1. Ошибки непосредственно определяемых величин	ПЗ 7. Оценка точности результатов измерений в эксперименте	Опрос.	2
8	Тема 2. Ошибки косвенно определяемых величин	ПЗ 8. Оценка точности формул, включающих экспериментальные данные	Опрос.	2
9	Тема 3. Понятие о комбинационных квадратах	ПЗ 9. Планирование эксперимента согласно ГОСТ	Опрос.	2
	Итого по дисциплине (модулю)			20

7.3. Образовательные технологии

Интерактивное обучение обеспечивает взаимопонимание, взаимодействие, взаимообогащение. Интерактивные методики ни в коем случае не заменяют лекционный материал, но способствуют его лучшему

усвоению и, что особенно важно, формируют мнения, отношения, навыки поведения.

Таблица 5

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Кол-во часов
1	Виды и способы формирования выборок	Л	Презентация	1
		ПЗ	Презентация. Мозговой штурм «Как правильно выполнить отбор при исследовании...»	1
2	Описательная статистика выборочных данных	Л	Презентация	1
		ПЗ	Кейс для решения задач на ПК	2
3	Аналитическая статистика выборочных данных	Л	Презентация	1
		ПЗ	Кейс для решения задач на ПК	3
4	Корреляционный анализ	Л	Презентация	1
		ПЗ	Кейс для решения задач на ПК	3
5	Модели парной регрессии и их статистические оценки	Л	Презентация	1
		ПЗ	Кейс для решения задач на ПК	2
6	Модели множественной регрессии и их статистические оценки	Л	Презентация	1
		ПЗ	Кейс для решения задач на ПК	2
7	Ошибки непосредственно определяемых величин	Л	Презентация	1
		ПЗ	Дискуссия «Точность метода измерений в нашей гидравлической лаборатории...»	1
8	Ошибки косвенно определяемых величин	Л	Презентация	1
		ПЗ	Дискуссия «Можно ли использовать полученные результаты?»	1
9	Понятие о комбинационных квадратах	Л	Презентация	1
		ПЗ	Мозговой штурм «Комбинационный квадрат для нескольких факторов»	1
Всего занятий в интерактивной форме				25

Общее количество часов аудиторных занятий, проведённых с применением активных и интерактивных образовательных технологий составляет 25 часов (83% от общей аудиторной трудоемкости дисциплины).

7.4. Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины (модуля) «Обработка экспериментальных данных»

Вопросы, предлагаемые аспирантам для самостоятельного изучения по каждой из тем приведены в Таблице 6.

Таблица 6

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
Раздел I. Эмпирические исследования			
	Тема 1 Виды и способы формирования выборок	Целенаправленная выборка и области ее применения. Стихийная выборка.	4
	Тема 2 Описательная статистика выборочных данных	Дискретные и вариационные ряды. Построение гистограмм.	8
	Тема 3 Аналитическая статистика выборочных данных	Биномиальное распределение. Параметрические гипотезы. Проверка гипотезы о равенстве дисперсий двух нормальных генеральных совокупностей.	12
Раздел II. Построение эмпирических зависимостей			
	Тема 1. Корреляционный анализ	Определение ковариации. Ограничения корреляционного анализа.	12
	Тема 2. Модели парной регрессии и их статистические оценки	Причины присутствия случайного фактора. Система нормальных уравнений для нахождения параметров линейной парной регрессии.	12
	Тема 3. Модели множественной регрессии и их статистические оценки	Метод пошаговой регрессии	6
Раздел III. Элементы теории ошибок			
	Тема 1. Ошибки непосредственно определяемых величин	Точность метода измерений согласно ГОСТ ИСО.	3
	Тема 2. Ошибки косвенно определяемых величин	Представление косвенно измеряемых величин через непосредственно измеряемые величины.	6
	Тема 3. Понятие о комбинационных квадратах	Требования ГОСТ ИСО к сопоставимости данных.	6
ВСЕГО			69

7.5. Контрольные работы / рефераты

Темы рефератов по учебной дисциплине (модулю) «Обработка экспериментальных данных» могут быть выбраны аспирантом самостоятельно из предложенного списка:

1. Применение корреляционного анализа в гидрологических исследованиях.
2. Применение корреляционного анализа в гидравлических исследованиях.
3. Модели парной регрессии в существующих научных работах по теме диссертации.
4. Модели множественной регрессии в существующих научных работах по теме диссертации.
5. Гипотетический подход к исследованиям на примере научных работ в гидравлике.
6. Гипотетический подход к исследованиям на примере научных работ в гидрологии.
7. Законы распределения в гидрологических рядах.
8. Ошибки непосредственно измеряемых величин в гидравлическом эксперименте.
9. Ошибки непосредственно измеряемых величин в гидрологических наблюдениях.
10. Пакеты прикладных программ для статистического анализа данных.

Текущий контроль успеваемости аспирантов происходит двумя способами: опрос на практическом занятии, проверка самостоятельно выполненного на ПК индивидуального задания.

Перечень вопросов и задач для текущего контроля знаний приведен в Таблице 7.

Таблица 7

Перечень вопросов и задач для текущего контроля знаний

Тема	Перечень вопросов	Тип задач для решения на ПК
Раздел I. Эмпирические исследования		
Тема 1 Виды и способы формирования выборок	Что такое эксперимент? Понятие однофакторного и многофакторного эксперимента. Что такое выборка? В чем недостатки серийной выборки? Что такое репрезентативная выборка? Когда применяют квотные выборки?	
Тема 2 Описательная статистика выборочных данных	Что такое гистограмма? Что такое кумулята? Что такое эмпирическая функция распределения? Как по точечным	Выполнить описательную статистику выборочных данных непрерывной случайной величины.

	оценкам узнать, проверку на соответствие какому распределению следует производить? Может ли у выборочных оценок отсутствовать мода?	Построить границы доверительного интервала для среднего для вероятности 95%.
Тема 3 Аналитическая статистика выборочных данных	Что называют параметром формы, сдвига и масштаба в функции распределения? Приведите примеры одно, двух и трехпараметрических распределений. Какие критерии рекомендует ГОСТ для проверки соответствия выборочного распределения теоретическому? Когда можно применять критерий Пирсона согласно ГОСТ?	Проверить на соответствие нормальному распределению сложную гипотезу для выборочных данных.
Раздел II. Построение эмпирических зависимостей		
Тема 1. Корреляционный анализ	Что показывает коэффициент корреляции? Основные характеристики корреляционной матрицы. Как проверить статистическую значимость коэффициента корреляции?	По данным наблюдений за двумя величинами (факторный и результирующий признак) построить факторное поле, вычислить линейный коэффициент корреляции и проверить его статистическую значимость.
Тема 2. Модели парной регрессии и их статистические оценки	Почему в уравнении регрессии присутствует случайный фактор? Этапы построения модели парной регрессии. Этапы анализа регрессионных моделей. Как выбрать форму уравнения парной регрессии? Оценки коэффициентов регрессии. Как выявить автокорреляцию остатков в уравнении регрессии? Как выявить гетероскедастичность остатков в уравнении регрессии? По каким критериям производят анализ качества регрессионной модели?	По данным наблюдений за двумя величинами (факторный и результирующий признак) построить факторное поле, уравнение линейной регрессии и проверить его качество.
Тема 3. Модели множественной регрессии и их статистические оценки	Что такое множественная регрессия? Оценки параметров множественной линейной регрессии. Интерпретация множественной линейной регрессии. В чем заключается анализ предельного вклада факторов по уравнению множественной регрессии? Какие параметры оценивают	По данным наблюдений за тремя величинами (два факторных факторный и результирующий признак) построить уравнение множественной регрессии и проверить его качество.

	качество уравнения множественной регрессии?	
Раздел III. Элементы теории ошибок		
Тема 1. Ошибки непосредственно определяемых величин	Приведите примеры непосредственных измерений. Приведите примеры косвенных измерений. Как возникают систематические ошибки? От чего они зависят? Какие ГОС регламентируют оценку точности измерений?	
Тема 2. Ошибки косвенно определяемых величин	Приведите примеры косвенных измерений. Формула расчета случайной ошибки косвенного измерения формула расчета систематической ошибки косвенного измерения.	
Тема 3. Понятие о комбинационных квадратах	Что такое комбинационный квадрат? Что такое уровни факторов? Что такое воспроизводимость согласно ГОСТ? Что такое прецизионность согласно ГОСТ? Что характеризует серию? Что такое выброс?	

Типовые контрольные задания по темам

Типовые контрольные задания по темам, решаемые аспирантами на ПК и необходимые для оценки результатов обучения с детализацией по разделам приведены ниже.

Раздел I. Эмпирические исследования

Тема 1 Виды и способы формирования выборок

Задание для мозгового штурма «Как правильно выполнить отбор при исследовании...»

- Гидравлических сопротивлений в напорных потоках
- Расхода в створе конкретной реки
- Частоты наводнений на реке
- Скорости потока в гидравлическом лотке

Тема 2 Описательная статистика выборочных данных

Для указанного преподавателем варианта выборки выполнить описательную статистику данных: определить точечные и интервальные характеристики для вероятности 95%.

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6	Вариант 7	Вариант 8	Вариант 9	Вариант 10
21,5	16,6	24,2	29,4	29,0	31,7	12,1	21,8	28,5	17,6
19,5	14,5	13,8	18,1	19,1	12,4	20,2	21,0	23,7	21,2
21,4	21,1	29,7	22,6	22,1	20,4	32,9	27,3	34,9	19,7
31,3	14,9	25,7	27,5	32,6	22,6	20,4	26,4	21,1	26,8
15,8	18,8	15,4	21,2	22,8	23,1	21,4	34,0	14,3	19,3
10,1	30,2	16,6	19,7	26,8	25,3	27,4	26,0	16,1	17,4
26,5	24,6	18,3	21,8	23,7	25,8	23,7	18,4	32,4	25,4
23,4	27,1	27,3	19,8	18,4	28,6	17,0	15,2	26,6	26,2
34,0	30,2	29,5	23,6	23,0	25,3	22,9	17,7	14,1	27,1
25,2	26,1	24,1	17,9	29,2	21,4	18,8	18,9	20,9	20,7
20,4	27,2	25,6	20,0	29,5	14,2	25,8	22,4	23,2	19,7
20,3	27,2	27,0	25,3	26,5	31,2	24,5	25,9	32,3	21,3
28,2	23,7	28,7	22,3	19,1	28,4	20,1	25,7	25,7	21,4
20,8	16,2	33,0	20,2	23,4	21,8	37,2	29,3	27,4	29,7
23,9	25,7	21,8	16,9	29,3	21,6	16,5	26,8	26,9	25,1
25,0	19,8	26,6	25,6	28,4	9,2	25,3	30,3	14,4	23,2
29,8	31,4	24,2	23,7	32,3	22,8	19,7	27,5	23,0	28,2
25,2	30,3	22,4	18,2	15,3	10,2	23,5	24,5	22,9	24,0
24,3	30,4	23,4	17,4	16,1	24,0	27,8	15,5	20,0	25,6
21,9	21,3	22,2	20,8	19,0	26,2	23,3	29,3	24,3	23,3
24,1	24,1	23,0	16,9	24,2	23,7	26,8	19,3	26,1	24,1
23,6	27,3	32,0	16,5	16,8	25,8	29,0	18,6	12,3	18,5
24,0	25,1	18,1	18,7	25,3	23,6	20,3	23,5	18,3	18,5
28,2	31,1	19,6	22,1	23,6	32,2	26,0	31,3	23,9	30,8
19,8	18,2	29,0	27,6	14,4	29,4	22,0	17,3	13,6	18,9

Тема 3 Аналитическая статистика выборочных данных

Методом максимального правдоподобия определить оценки выборочного распределения для предыдущего варианта. Проверить с помощью критерия Крамера-Мизеса-Смирнова сложную гипотезу о соответствии выборочного распределения теоретическому (нормальному, экспоненциальному). Использовать рекомендации ГОСТ

Раздел II. Построение эмпирических зависимостей

Тема 1. Корреляционный анализ

С использованием статистических функций Excel по выборке:

- Определить тесноту связи между показателями
- Вычислить средние значения факторного и результативного признаков
- Вычислить парный коэффициент корреляции
- Вычислить парный коэффициент детерминации
- Проверить значимость коэффициента корреляции с помощью критерия Стьюдента

№ наблюдения	1	2	3	4	5	6	7	8
X	3357	3135	2842	3991	2293	3340	3089	4372
Y	2425	2050	1683	2375	1167	1925	1042	2925
№ наблюдения	9	10	11	12	13	14	15	16
X	3563	3219	3308	3724	3416	3022	3383	4267
Y	2200	1892	2008	2225	1983	3022	3383	4267

Тема 2. Модели парной регрессии и их статистические оценки

На основании данных эксперимента:

- Построить однофакторную модель регрессии $Y=f(x)$
- Проверить значимость параметров модели для $\alpha=0,1$
- Построить доверительный интервал для полученной модели регрессии ($\alpha=0,05$)
- Оценить качество полученной модели

X	Y
2784	2478
2255	2034
2062	2019
2553	2501
1595	1668
2254	2188
2371	2217
2518	2202
2742	2392
3416	3354
2540	2347
2510	2309
2843	2671
2648	2201
2204	1932
2561	2160
3311	2921

Тема 3. Модели множественной регрессии и их статистические оценки

Провести отбор факторов в модель множественной регрессии методом исключения факторов

№ эксперимента в серии	Y	X1	X2	(1-есть, 0-нет) X3
1	1,27	138	140	1
2	1,34	134	141	1
3	1,25	116	136	0
4	1,28	137	149	1
5	1,43	127	154	0
6	1,25	125	143	0
7	1,53	116	155	1
8	1,57	134	155	1

9	1,27	145	151	1
10	1,46	135	154	1
11	1,28	164	147	0
12	1,55	109	151	0
13	1,35	145	144	0
14	1,49	144	156	1
15	1,46	132	152	0
16	1,25	122	141	0
17	1,29	163	148	1
18	1,28	139	141	1
19	1,33	134	139	0
20	1,51	136	147	1

Построить модель множественной регрессии и оценить ее качество.
Построить модель множественной регрессии в кодированных факторах.

№ эксперимента в серии	Y	X1	X2
1	1,27	138	140
2	1,34	134	141
3	1,25	116	136
4	1,28	137	149
5	1,43	127	154
6	1,25	125	143
7	1,53	116	155
8	1,57	134	155
9	1,27	145	151
10	1,46	135	154
11	1,28	164	147
12	1,55	109	151
13	1,35	145	144
14	1,49	144	156
15	1,46	132	152
16	1,25	122	141
17	1,29	163	148
18	1,28	139	141
19	1,33	134	139
20	1,51	136	147

Раздел III. Элементы теории ошибок

Тема 1 Ошибки непосредственно определяемых величин

Дискуссия по вопросу «Точность метода измерений в нашей гидравлической лаборатории...»

Тема 2 Ошибки косвенно определяемых величин

Дискуссия по вопросу «Можно ли использовать полученные результаты?»

- Если ошибки непосредственно измеряемых величин лежат в пределах 3-5%, а ошибки косвенно измеряемых величин лежат в пределах 3-8%.
- Если опыт выполнен в разных лабораториях
- Если неизвестны технические характеристики измерительных приборов
- Если прибор стесняет поток на 32%.

Тема 3 Понятие о комбинационных квадратах

Мозговой штурм «Комбинационный квадрат для нескольких факторов»
если

- Факторов три, серий две
- Факторов два, вариантов конструкций три
- Серий четыре, а факторов три
- Вариантов конструкции два, серий три а факторов четыре

8. Форма промежуточной аттестации и фонд оценочных средств

- Перечень компетенций выпускников образовательной программы, в формировании которых участвует дисциплина (модуль), и их «карты» (См. карты компетенций).

- Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

Примерный перечень вопросов к зачету по дисциплине (модулю):

1. Аксиоматический и гипотетический подходы в научных исследованиях.
2. Методологический и прикладной инструментарий исследований.
3. Понятие эксперимента. Проблемы экспериментальных исследований.
4. Методы формирования выборочных совокупностей (случайные и не строго случайные выборки). Виды выборок.
5. Определение объема выборки.
6. Графическое изображение вариационных рядов: полигон, гистограмма и кумулята.
7. Точечные оценки выборки.
8. Интервальное оценивание. Доверительный интервал и доверительная вероятность для среднего значения.
9. Проверка статистических гипотез. Параметрические гипотезы. Критерии значимости.

10. Проверка гипотезы о законе распределения генеральной совокупности по критерию Крамера-Мизеса-Смирнова.
11. Вычисление коэффициентов корреляции.
12. Модель парной регрессии и требования к ее построению.
13. Интервалы прогноза по линейному уравнению регрессии.
14. Оценка параметров уравнения парной линейной регрессии.
15. Нелинейные регрессионные уравнения.
16. Виды нелинейной регрессии.
17. Линеализация в нелинейных регрессиях.
18. Отбор факторных признаков при построении множественной регрессии.
19. Задачи множественного корреляционно-регрессионного анализа.
20. Понятие мультиколлинеарности и способы ее устранения.
21. Гомоскедастичность и гетероскедастичность остатков. Тесты проверки.
22. Точность метода измерений согласно ГОСТ ИСО. Систематическая и случайная погрешности измерения.
23. Границы доверительного интервала случайной ошибки.
24. Представление косвенно измеряемых величин через непосредственно измеряемые величины. Примеры.
25. Суммарная абсолютная ошибка и суммарная относительная ошибка косвенного измерения.
26. Матрицы серий.
27. Определение числа повторов из условий повторяемости и воспроизводимости.
28. Требования ГОСТ ИСО к сопоставимости данных эксперимента.
29. Требуемое количество наблюдений в серии.
30. Выявление выбросов – критерий Граббса.

- Методические материалы, определяющие процедуру оценивания результатов обучения

Объектами оценивания при текущем контроле выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Для текущего контроля усвоения учебного материала данной учебной дисциплины предусмотрены:

- текущий контроль знаний на практических занятиях (оценивается в четырехбальной шкале – 5, 4, 3, 2, отражающей глубину, качество и

полноту освоения учебного материала, умение применять знания к анализу данных);

- контроль решения задач на практических занятиях (оценивается в четырехбальной шкале – 5, 4, 3, 2, отражающей правильность и быстроту решения задач. Типы вариантов задач раздаются преподавателем);

Текущий контроль осуществляется преподавателем, ведущим занятия в учебных группах, а также в качестве внешних экспертов активно используются работодатели, научные руководители, преподаватели смежных дисциплин и др. Все виды контрольно-оценочных средств по дисциплине «Обработка экспериментальных данных» оцениваются следующим образом: в процентном отношении качества усвоения программы, в уровневом отношении, в виде отметки. Шкалы оценки результатов текущего контроля приведены в Таблице 8.

Таблица 8

Шкалы оценки результатов текущего контроля

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства	Шкала оценки
Решение задачи на ПК	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект заданий по вариантам	Уровневая шкала
Дискуссия	Оценочные средства, позволяющие включить аспирантов в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения	Перечень дискуссионных тем	Процентная шкала
Мозговой штурм	Средство проверки наличия у аспирантов возможности генерирования идей для разрешения проблемы, оценивается умение свободно обмениваются идеями по мере их возникновения, развивать чужие идеи.	Проблемная постановка вопроса (перечень)	Процентная шкала
Реферат	Средство проверки умения аспирантом выполнять поиск и анализ информации по современным методам исследований в области строительства, умения оценивать результаты научно-технической деятельности	Тема реферата	Отметка в системе «зачтено-не зачтено»

Перевод в балльную шкалу осуществляется по соответствующей схеме, приведенной в Таблице 9.

Таблица 9

Перевод шкалы оценки результатов

Качество освоения дисциплины	Уровневая шкала	Отметка в 5-балльной шкале	Процентная шкала	Отметка в системе «зачтено-не зачтено»	Средняя итоговая оценка
100 - 90%	высокий	«отлично» / «5»	81-100 %	зачтено	4,6-5
89 - 66%	повышенный	«хорошо» / «4»	61-80 %	зачтено	3,6-4,5
65 - 50%	средний	«удовлетворительно» / «3»	41-60 %	зачтено	2,6-3,5
меньше 50%	ниже среднего	«неудовлетворительно» / «2»	0-40 %	не зачтено	2-2,5

Промежуточная аттестация по дисциплине «Обработка экспериментальных данных» проводится в соответствии с Учебным планом во втором семестре в форме зачета. Аспиранты допускаются к зачету по дисциплине в случае выполнения ими учебного плана по дисциплине, выполнения всех заданий и мероприятий, предусмотренных программой дисциплины. В случае наличия учебной задолженности по текущей успеваемости аспирант самостоятельно отрабатывает образовавшуюся задолженность и дополнительно отчитывается перед преподавателем в установленной им форме. Вопрос о допуске к зачету в данном случае определяется исходя из итогов дополнительной отчетности.

Зачет проводится в устной форме. Преподавателю предоставляется право задавать аспирантам дополнительные вопросы в объеме содержания дисциплины. Оценка знаний аспиранта на зачете носит комплексный характер и выставляется по результату оценки ответа на зачете и результату текущей успеваемости в семестровый период.

Успешность усвоения дисциплины характеризуется качественной оценкой на основе листа оценки сформированности компетенций, включающего совокупность критериев их освоения.

Качественная оценка может быть выражена: в процентном отношении качества усвоения программы, в уровне отношении, оценкой «зачтено», «незачтено» и т.д. Преподаватель ведёт письменный учёт образовательных достижений студента в соответствии с листом оценки по дисциплине учебного плана.

*Оценочный лист сформированности компетенций на зачете
(образец заполнения)*

Аспирант: Иванов И.И.

Курс: 1 курс направление подготовки 08.06.01 Техника и технологии строительства

Дисциплина: Обработка экспериментальных данных

Дата проведения: 00.00.0000 г.

Эксперты оценки:

Преподаватель: д.т.н., проф. Снежко В.Л.

Приглашенный научный работник: д.т.н., проф. Сидоров И.Ю.

Группа аспирантов: 2 курс 5 человек.

Шкала оценки: пятибалльная числовая

Итоговая оценка: «зачтено» (повышенный уровень)

Период освоения дисциплины с: 00.00.0000 г. по: 00.00.0000 г.

№ п/п	Компетенции	Показатели оценивания компетенций Эксперт оценивания сформированности компетенций	Понимание смысла компетенции	Освоение компетенции в рамках изучения дисциплины	Применение компетенции в профессиональной деятельности	Средний бал освоения компетенции
1	ОПК-1	Преподаватель	4	4	4	4
		Приглашенный специалист	4	4	5	4,3
		Группа студентов	4	5	4	4,3
		Совокупная оценка освоения компетенции	4	4,3	4,3	4,2
2	ОПК-6	Преподаватель	4	5	5	4,6
		Приглашенный специалист	4	4	5	4,5
		Группа студентов	5	5	4	4,6
		Совокупная оценка освоения компетенции	4,5	4,6	4,6	4,5
Итоговая оценка освоения дисциплины			4,35			
Заключение		<i>Исходя из шкалы оценки результатов, студент имеет повышенный уровень освоения дисциплины, что соответствует оценке «хорошо» или «зачтено»</i>				

Знания, умения, навыки аспиранта на зачете оцениваются: «зачтено» и «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется аспиранту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает его на зачете с опорой на положения основной и

дополнительной литературы, показывает знания методов исследований, умеет производить поиск источников и оценку необходимой для этого информации, владеет современными методиками обработки данных эксперимента, способен к анализу, интерпретации и оценке полученных результатов.

Учебные достижения в семестровый период и результаты рубежного контроля демонстрируют достаточно высокую степень овладения программным материалом.

Оценка «не зачтено» выставляется, если аспирант испытывает пробелы в изложении методов исследований, не умеет производить поиск источников и оценку необходимой для этого информации, недостаточно владеет современными методиками обработки экспериментальных данных, испытывает затруднения в анализе и интерпретации полученных результатов, либо дает их неправильную оценку.

Учебные достижения в семестровый период и результаты рубежного контроля демонстрируют не высокую степень овладения программным материалом по минимальной планке.

Учебные достижения в семестровый период и результаты рубежного контроля демонстрируют не высокую степень овладения программным материалом по минимальной планке, уровень сформированности компетенций оценивается ниже среднего по уровневой шкале и ниже 41% по процентной шкале оценки овладения совокупностью компетенций по дисциплине.

Формы промежуточной аттестации по дисциплине: зачет

9. Ресурсное обеспечение:

9.1 Перечень основной литературы

1. Мидлтон М.Р. Анализ статистических данных с использованием Microsoft Excel. Пер. с англ.; Под ред. Г.М. Кобелькова. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.
2. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. – М., «Высшая школа», 2007.
3. Снежко В.Л. Современные способы обработки данных исследований турбулентных потоков. Монография. М.: 2015.
4. Тейлор, Джон : Введение в теорию ошибок / Дж. Тейлор; Пер. с англ. П. Г. Деденко М. : Мир , 1985 - 272 с.граф.;21 см. - Перевод. изд.:An introduction to error analysis/John R. Gaylor (Mill Falley, Calif., 1982). - Предм. указ.: с. 269-270. - Библиогр.: с. 258. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.libedu.ru/l_b/teilor_dzh_/vvedenie_v_teoriyu_oshibok.html. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 03.05.2015).

9.2 Перечень дополнительной литературы

1. ГОСТ Р 50.1.037-2002. Прикладная статистика. Правила проверки опытного согласия с теоретическим. Непараметрические критерии [Текст]. – Введ. 2002-04-23.- М.: Изд-во стандартов, 2002. – 6, 43 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 03.05.2015).
2. ГОСТ Р 50779.21-2004. Статистические методы. Правила определения и методы расчета статистических характеристик по выборочным данным. Ч.1. Нормальное распределение. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. 48 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 03.05.2015).
3. ГОСТ Р ИСО 5725-1 – 2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Ч.1 Основные положения и определения. – Введ. 2002-04-23. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 24 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 03.05.2015).
4. ГОСТ Р ИСО 5725-2 – 2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Ч.2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений. – Введ. 2002-04-23. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 33 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 03.05.2015).
5. ГОСТ Р ИСО 5725-3-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Ч. 3. Промежуточные показатели прецизионности стандартного метода измерений. – Введ. 2002-04-23. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 37 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 03.05.2015).
6. ГОСТ Р ИСО 5725-6-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Использование значений точности на практике. – Введ. 2002-04-23. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 43 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 03.05.2015).
7. Орлова И.В., Половников В.А. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: Учеб. Пособие. – Изд. испр. и доп. – М.: Вузовский учебник, 2009. – 365 с.

9.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Стандарты по прикладной статистике
<http://gostbank.metaltorg.ru/keywords/keyword/2394/>
2. Нормативно-справочная система «Консультант Плюс»
<http://www.consultant.ru/>

9.4 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы:

1. Программа MS Excel в профессиональной версии
2. Программа MS Word.
3. Программа MS Power Point

9.5 Описание материально-технической базы

Для реализации программы подготовки по дисциплине «Обработка экспериментальных данных» перечень материально-технического обеспечения включает:

1. Специализированные залы для проведения лекций
2. Специализированная мебель и оргсредства: аудитории и компьютерные классы, оборудованные посадочными местами.
3. Технические средства обучения: Персональные компьютеры; компьютерные проекторы.
4. Локальную компьютерную сеть в компьютерных классах с выходом в Интернет.

Кафедра располагает следующими материально-техническими ресурсами: 5 компьютерных лабораторий (общее число ПК 60 единиц), объединенных в локальную сеть с выходом в интернет переносной проектор и экран для показа презентаций.

9.5.1 Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий

Для проведения теоретических занятий по дисциплине «Обработка экспериментальных данных» необходимы:

помещения для проведения занятий лекционного типа
помещения для групповых, индивидуальных консультаций и промежуточного контроля, а также для самостоятельной работы аспирантов должны быть компьютерными лабораториями с наличием локальной сети с выходом в интернет

9.5.2 Требования к специализированному оборудованию

Проведение занятий осуществляется в аудиториях, оборудованных персональными компьютерами, объединенными в локальную сеть с выходом в интернет с обязательным наличием проектора для возможности показа презентаций и экрана.

10. Методические рекомендации аспирантам по освоению дисциплины (модуля)

Обучение по дисциплине «Обработка экспериментальных данных» дает знания методов обработки результатов исследований, учит поиску источников

и оценке необходимой для этого информации, современным методикам прикладных исследований, анализу, интерпретации и оценке полученных результатов.

Обучение предполагает изучение содержания учебной дисциплины на аудиторных занятиях (лекциях, и практических занятиях), активно-творческую самостоятельную работу аспирантов в часы, отведенные на самостоятельную работу в период изучения курса.

Активная работа аспиранта на лекции обусловлена его способностью и готовностью к согласованной работе с лектором, заключающуюся в внимательном прослушивании материалов лекции, их конспектировании, отражении в конспектах лекций представляемый лектором наглядный материала и рекомендации по самостоятельной доработке вопросов лекции в период самостоятельной работы. Как показывает практика, новый материал лекции лучше усваивается, если он увязан с пониманием предыдущего материала, а также, если перед лекцией осуществлена предварительная работа по первичному ознакомлению с материалами предстоящей лекции. Это можно сделать с помощью рекомендованной литературы.

Активно-творческий подход к работе с учебным материалом на практических занятиях обусловлен качеством подготовки аспиранта к этим формам занятий в период самостоятельной работы, активным участием в обсуждении вопросов и решении практических задач на занятиях. В этих целях задачи, выносимые для решения на практических занятиях, должны быть глубоко изучены, продуманы, проанализированы и представлены в конспектах в виде формул и моделей в период самостоятельной работы.

Самостоятельная работа аспиранта является важным видом учебной работы в Университете. Основными видами самостоятельной внеаудиторной работы аспиранта по учебной дисциплине «Обработка экспериментальных данных» являются: самостоятельное углубленное изучение разделов учебной дисциплины с помощью рекомендованной литературы, интернет-ресурсов, повторение и доработка лекционного материала, сбор исходных данных для статистического анализа дома в глобальной сети, повтор решаемых задач дома, самостоятельную работу с программным обеспечением (пакетами статистического анализа) и подготовку к зачету.

Подготовка к зачету. К зачету необходимо готовится целенаправленно, регулярно, систематически и с первых дней обучения по данной дисциплине. Попытка освоить дисциплину в период непосредственной подготовки к зачету, как правило, бывает мало продуктивной и неэффективной.

В самом начале изучения учебной дисциплины познакомьтесь со следующей учебно-методической документацией:

- программой по учебной дисциплине «Обработка экспериментальных данных»;
- перечнем знаний, навыков и умений, которыми аспирант должен овладеть, составом компетенций, которыми необходимо владеть по окончании изучения курса;
- тематическим планом и логикой изучения дисциплины;

- планами практических занятий и типами решаемых прикладных задач
- организацией контрольных мероприятий по проверке текущей успеваемости;
- рекомендованной литературой и интернет-ресурсами;
- перечнем вопросов по подготовке к зачету.

Это позволит сформировать четкое представление об объеме и характере знаний и умений, которыми надо будет овладеть по дисциплине. Систематическое выполнение учебной работы на лекциях и практических занятиях позволит успешно освоить дисциплину и создать хорошую базу для сдачи зачета.

Таблица 10

**Учебно-методические указания аспирантам по изучению
содержания тем дисциплины**

№	Наименование раздела	Наименование темы	Рекомендуемая литература
1	Эмпирические исследования	Виды и способы формирования выборок	Основная – 1, 2 Дополнительная - 2, 3
2	Эмпирические исследования	Описательная статистика выборочных данных	Основная – 1, 3 Дополнительная - 2
3	Эмпирические исследования	Аналитическая статистика выборочных данных	Основная – 1, 2, 3; Дополнительная – 1, 2
4	Построение эмпирических зависимостей	Корреляционный анализ	Основная – 1, 2; Дополнительная - 7
5	Построение эмпирических зависимостей	Модели парной регрессии и их статистические оценки	Основная – 1, 2, 3; Дополнительная - 7
6	Построение эмпирических зависимостей	Модели множественной регрессии и их статистические оценки	Основная – 1, 2, 3; Дополнительная - 7
7	Элементы теории ошибок	Ошибки непосредственно определяемых величин	Основная – 3, 4; Дополнительная - 3-6
8	Элементы теории ошибок	Ошибки косвенно определяемых величин	Основная – 3, 4; Дополнительная – 3-6
9	Элементы теории ошибок	Понятие о комбинационных квадратах	Основная – 3,4; Дополнительная - 3-6
ИТОГО:			зачет

11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Занятия по дисциплине проводятся в следующих формах: лекция, практическое занятие.

Лекция – один из методов устного изложения материала. Слово «лекция» имеет латинское происхождение и в переводе на русский язык означает «чтение». Традиция изложения материала путем дословного чтения заранее написанного текста восходит к средневековым университетам. Важным моментом в проведении лекции является предупреждение пассивности студентов и обеспечение активного восприятия и осмысления ими новых знаний.

Определяющее значение в решении этой задачи имеют два дидактических условия:

- во-первых, само изложение материала педагогом должно быть содержательным в научном отношении, живым и интересным по форме;
- во-вторых, в процессе устного изложения знаний необходимо применять особые педагогические приемы, возбуждающие мыслительную активность студентов и способствующие поддержанию их внимания

Один из этих приемов – *создание проблемной ситуации*. Самым простым в данном случае является достаточно четкое определение темы нового материала и выделение тех основных вопросов, в которых надлежит разобраться студентам.

Термин «*практическое занятие*» используется в педагогике как родовое понятие, включающее такие виды, как лабораторную работу, семинар в его разновидностях. Аудиторные практические занятия играют исключительно важную роль в выработке у студентов навыков применения полученных знаний для решения практических задач в процессе совместной деятельности с преподавателями.

Если лекция закладывает основы научных знаний в обобщенной форме, практические занятия призваны углубить, расширить и детализировать эти знания, содействовать выработке навыков профессиональной деятельности. Практические занятия развивают научное мышление и речь студентов, позволяют проверить их знания, в связи с чем, упражнения, семинары, лабораторные работы выступают важным средством достаточно оперативной обратной связи.

Для успешной подготовки к практическим занятиям студенту невозможно ограничиться слушанием лекций. Требуется предварительная самостоятельная работа студентов по теме планируемого занятия. Не может быть и речи об эффективности занятий, если студенты предварительно не поработают над конспектом, учебником, учебным пособием, чтобы основательно овладеть теорией вопроса.

Практические занятия служат своеобразной формой осуществления связи теории с практикой. Структура практических занятий в основном одинакова — вступление преподавателя, вопросы студентов по материалу, который требует дополнительных разъяснений, собственно практическая часть, заключительное слово преподавателя. Разнообразие возникает в основной, собственно практической части, дискуссии, решении типовых и

индивидуальных задач на персональном компьютере с использованием фактических данных государственной статистики и т. д.

Интерактивное обучение обеспечивает взаимопонимание, взаимодействие, взаимообогащение. Интерактивные методики ни в коем случае не заменяют лекционный материал, но способствуют его лучшему усвоению и, что особенно важно, формируют мнения, отношения, навыки поведения. Интерактивные методы применяются как на лекциях, так и на практических занятиях.

Мини-лекция является одной из эффективных форм преподнесения теоретического материала. Перед объявлением какой-либо информации преподаватель спрашивает, что знают об этом студенты. После предоставления какого-либо утверждения преподаватель предлагает обсудить отношение студентов к этому вопросу.

«Мозговая атака», «мозговой штурм» – это метод, при котором принимается любой ответ обучающегося на заданный вопрос. Важно не давать оценку высказываемым точкам зрения сразу, а принимать все и записывать мнение каждого на доске или листе бумаги. Участники должны знать, что от них не требуется обоснований или объяснений ответов. «Мозговой штурм» – это простой способ генерирования идей для разрешения проблемы. Во время мозгового штурма участники свободно обмениваются идеями по мере их возникновения, таким образом, что каждый может развивать чужие идеи.

Презентации с использованием различных вспомогательных средств с обсуждением. Используются различные вспомогательные средств: доска, книги, видео, слайды для компьютеров и т.п. Интерактивность обеспечивается процессом последующего обсуждения.

Обратная связь - Актуализация полученных на лекции знаний путем выяснения реакции участников на обсуждаемые темы.

Дискуссия – одна из важнейших форм коммуникации, плодотворный метод решения спорных вопросов и вместе с тем своеобразный способ познания. Дискуссия предусматривает обсуждение какого-либо вопроса или группы связанных вопросов компетентными лицами с намерением достичь взаимоприемлемого решения. Дискуссия является разновидностью спора, близка к полемике, и представляет собой серию утверждений, по очереди высказываемых участниками.

Автор рабочей программы:

Снежко Вера Леонидовна, доктор технических наук, профессор



РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу по дисциплине (модулю) «Обработка экспериментальных данных»

ОПОП ВО по направлению подготовки 08.06.01-Техника и технологии строительства по программе аспирантуры 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения; 05.23.07 – Гидротехническое строительство; 05.23.16 Гидравлика и инженерная гидрология

(уровень подготовки кадров высшей квалификации)

Жарницким Валерием Яковлевичем, доктором технических наук, профессором кафедры оснований и фундаментов, строительства и экспертизы объектов недвижимости (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы по дисциплине «Обработка экспериментальных данных» ОПОП ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 08.06.01-Техника и технологии строительства, по программе аспирантуры 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения; 05.23.07 – Гидротехническое строительство; 05.23.16 Гидравлика и инженерная гидрология, разработанной в ФГБОУ ВО «Российский аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре Информационных технологий в строительстве (разработчик – Снежко Вера Леонидовна).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа учебной дисциплины «Обработка экспериментальных данных» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО (уровень подготовка кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 08.06.01-Техника и технологии строительства, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.07.2014 г. № 873 и зарегистрированного в Минюсте России 20.08.2014 № 33710.

2. Рабочая программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам, предъявляемых к рабочей программе дисциплины/практики в соответствии с Письмом Рособнадзора от 17.04.2006 № 02-55-77ин/ак.

3. Представленная в Рабочей программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) не подлежит сомнению – дисциплина относится к вариативной части учебного цикла Блок 1 «Дисциплины (модули)»

4. Представленные в Рабочей программе цели учебной дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) направления подготовки 08.06.01-Техника и технологии строительства с учётом профессиональных стандартов: «Преподаватель», «Научный работник», рекомендуемых для всех направлений подготовки.

5. В соответствии с Рабочей программой за дисциплиной «Обработка экспериментальных данных» закреплено две общепрофессиональные компетенции, которые реализуются в объявленных требованиях.

6. Результаты обучения, представленные в Рабочей программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

7. Содержание учебной дисциплины, представленной Рабочей программы, соответствует рекомендациям примерной рабочей программы дисциплины, рекомендуемой при реализации ФГОС ВО по направлениям подготовки в аспирантуре.

8. Общая трудоёмкость дисциплины «Обработка экспериментальных данных» составляет 3 зачётных единицы (108 часов), что соответствует ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) для направления подготовки 08.06.01-Техника и технологии строительства.

9. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Учебная дисциплина «Обработка экспериментальных данных» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) и Учебного плана по направлению подготовки 08.06.01-Техника и технологии строительства и возможность дублирования в содержании отсутствует.

10. Представленная Рабочая программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

11. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы аспирантов, представленные в Рабочей программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) направления подготовки 08.06.01-Техника и технологии строительства.

12. Представленные и описанные в Рабочей программе формы текущей оценки знаний соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний аспирантов, предусмотренная Рабочей программой, осуществляется в форме зачета, что соответствует примерной рабочей программе дисциплины, рекомендуемой для всех направлений подготовки, а также статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла Блока 1 «Дисциплины (модули)» ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) направления подготовки 08.06.01-Техника и технологии строительства.

13. Формы оценки знаний, представленные в Рабочей программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

14. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 4 источника, дополнительной литературой – 7 наименований, Интернет-ресурсы – 2 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) направления подготовки 08.06.01 Техника и технологии строительства.

15. Материально-техническое обеспечение соответствует специфике дисциплины «Обработка экспериментальных данных» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

16. Методические рекомендации аспирантам и методические рекомендации преподавателям дают представление о специфике обучения по дисциплине Обработка экспериментальных данных и соответствуют требованиям Письма Рособрнадзора от 17.04.2006 N 02-55-77ин/ак.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Обработка экспериментальных данных» ОПОП ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению 08.06.01-Техника и технологии строительства, по программе аспирантуры 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения; 05.23.07 – Гидротехническое строительство; 05.23.16 Гидравлика и инженерная гидрология, разработанная Снежко Верой Леонидовной соответствует требованиям ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации), современным требованиям экономики, рынка труда, профессиональных стандартов «Преподаватель» и «Научный работник», позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент:

Жарницкий В.Я,
д.т.н., доцент



«02» 06 2017 г.