

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.01.02 **Методы компьютерной обработки результатов исследований**
(индекс дисциплины) *(Наименование дисциплины)*

Кафедра: **16** Прикладной математики и информатики
Код *(Наименование кафедры)*

Направление подготовки: 18.04.02 Энерго и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль подготовки: Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов

Уровень образования: Магистратура

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	72		
	Аудиторные занятия	36		
	Лекции			
	Лабораторные занятия			
	Практические занятия	36		
	Самостоятельная работа	36		
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачет	3		
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		2		

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная			2							
Очно-заочная										
Заочная										

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

На основании учебных планов № m180402-12_20-12

Кафедра-разработчик: Прикладной математики и информатики

Заведующий кафедрой: Яковлев В.П.

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов

Заведующий кафедрой: Шанова О.А.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
 Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области освоения основных методов обработки результатов исследований с помощью современной вычислительной техники, ознакомить с реализацией этих методов в различных программных пакетах, с возможностями использования информации и обмена по компьютерным сетям.

1.3. Задачи дисциплины

- обучить основам постановки задач экологии и обработки научных данных;
- обучить использованию современных информационных технологий для решения практических задач по обработке данных экспериментальных исследований в области экологии;
- обучить умению правильно анализировать и представлять полученные результаты.

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК-3	готовностью к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи	2
<p>Планируемые результаты обучения</p> <p>Знать:</p> <p>1) принципы организации статистических вычислений с использованием современных информационных технологий.</p> <p>2) основные принципы построения математических моделей и способы их выбора;</p> <p>Уметь:</p> <p>1) сформулировать задачу обработки результатов исследований применительно к виду информации и имеющимся программным средствам.</p> <p>2) применять методы обработки информации для решения прикладных задач в профессиональной деятельности.</p> <p>Владеть:</p> <p>1) навыками выбора соответствующим целям исследования математических методов обработки экспериментальных данных.</p> <p>2) современными компьютерными и информационными технологиями.</p>		
ПК-4	способностью использовать современные методики и методы, в проведении экспериментов и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию	2
<p>Знать:</p> <p>1) основные методы численного решения экологических задач;</p> <p>2) области применения численных методов.</p> <p>Уметь:</p> <p>1) выбрать метод решения и программу решения научно-технических задач;</p> <p>2) выполнить обработку имеющихся данных и оценить полученные результаты.</p> <p>Владеть:</p> <p>1) основными методами статистической обработки экспериментальных данных;</p> <p>2) умением реализовывать алгоритмы методов обработки результатов на одном из языков программирования.</p>		

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

Дополнительные главы математики (ПК-3).

Методы подготовки проб, выбросов, сбросов и отходов (ПК-4)

Производственная практика (научно-исследовательская работа) (ПК-3, ПК-4)

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Базовые понятия планирования и оценки данных эксперимента.			
Тема 1. Основы планирования эксперимента.	12		
Постановка задачи обработки экспериментальных данных. Основные алгоритмы планирования эксперимента. Линейные и квадратичные модели. Проверка адекватности моделей. Связь задачи обработки данных и планирования эксперимента.			
Тема 2. Статистический анализ данных эксперимента.	12		
Особенности статистического анализа количественных и качественных показателей. Классификация задач обработки данных. Числовые характеристики выборки.			
Текущий контроль 1 устный опрос	1		
Учебный модуль 2. Регрессия как средство оценки результатов исследований.			
Тема 3. Линейная парная регрессия.	14		
Линия регрессии. Метод наименьших квадратов. Предположения линейной регрессии. Аномальные значения и точки влияния. Гипотеза линейной регрессии. Оценка качества линейной регрессии. Применение линии регрессии для прогноза			
Тема 4. Нелинейная парная регрессия.	14		
Классы нелинейных регрессий. Линеаризация нелинейных регрессий. Полиномиальные модели. Гиперболические модели. Полулогарифмические модели. Степенные модели. Комбинированный метод.			
Тема 5. Линейная множественная регрессия.	12		
Множественный регрессионный анализ. Коэффициенты регрессии. Уравнение регрессии. Однозначный прогноз и корреляция. Предсказанные значения и остатки. Остаточная дисперсия и коэффициент детерминации. Интерпретация коэффициента детерминации.			
Текущий контроль 2 устный опрос	1		
Промежуточная аттестация по дисциплине зачет	6		
ВСЕГО:	72		

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Не предусмотрено.

3.2. Практические занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Планирование эксперимента. Исследование алгоритмов планирования эксперимента при построении степенных моделей первого и второго порядка. Построение линейной модели. Построение квадратичной	3	8				

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
	модели. Проверка адекватности моделей. Форма: выполнение задания в Mathcad и Excel						
2	Вычисление статистических характеристик случайных величин: эмпирическое среднее, дисперсия, размах выборки, коэффициент вариации, стандартное отклонение, мода, медиана, моменты, асимметрия, эксцесс. Оценка параметров и закон распределения. Форма: выполнение заданий в MS Excel и Mathcad.	3	6				
3	Линейная парная регрессия. Вычисление коэффициентов уравнения линейной регрессии. Проверка значимости уравнения линейной регрессии по критерию Фишера. Вычисление коэффициентов уравнения линейной регрессии. Форма: выполнение заданий в MS Excel и Mathcad.	3	8				
4	Нелинейная парная регрессия. Построение нелинейной регрессии. Использование линии тренда. Взвешенный метод наименьших квадратов. Форма: выполнение заданий в MS Excel и Mathcad.	3	8				
5	Линейная множественная регрессия. Вычисление коэффициентов линейной множественной регрессии. Проверка значимости в режиме регрессия. Форма: выполнение заданий в MS Excel и Mathcad	3	6				
ВСЕГО:			36				

3.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрено.

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено.

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1,2	Устный опрос	3	2				

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	3	10				
Подготовка к практическим занятиям	3	20				
Подготовка к зачету	3	6				
ВСЕГО:		36				

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий: не предусмотрены.

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Шпаков, П.С. Математическая обработка результатов измерений [Электрон. ресурс]: учеб. пособие / П.С. Шпаков, Ю.Л. Юнаков - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. - 410с. («КнигаФонд»: Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/183305/>)

б) дополнительная учебная литература

2. Костин В.Н. Теория эксперимента: [Электрон. ресурс]: учеб. пособие / В.Н. Костин, В.В. Паничев; Оренбургский государственный университет – Оренбург: ОГУ, 2013 – 209с. («КнигаФонд»: Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/182263/>)

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Пожарская, Г.И. Mathcad 14: Основные сервисы и технологии [Электрон. ресурс] /Г.И. Пожарская, Д.М. Назаров - М.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 139с. («КнигаФонд»: Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/177965/>)

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. официальные сайты учреждений и организаций: комитет по информатизации и связи правительства Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. URL: <http://kis.gov.spb.ru>.
2. образовательные ресурсы: Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс] . URL: <http://window.edu.ru>.

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 8.1
2. Microsoft Office Professional 2013
3. PTC Mathcad 15

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. компьютерный класс с мультимедийным оборудованием;
2. компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.

8.6. Иные сведения и (или) материалы

Не предусмотрены.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Практические занятия	<p>На практических занятиях разъясняются теоретические положения курса, обучающиеся работают с конкретными ситуациями, овладевают навыками сбора, анализа и обработки информации для принятия самостоятельных решений, навыками подготовки информационных обзоров и аналитических отчетов по соответствующей тематике.</p> <p>Подготовка к практическим занятиям предполагает следующие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none">• подготовка ответов к контрольным вопросам;• изучение рекомендуемой литературы;• освоение интерфейса программных пакетов, используемых при изучении дисциплины;• освоение возможностей программных пакетов по решению поставленных задач.
Самостоятельная работа	<p>Данный вид работы предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и другим источникам информации; подготовки к зачету. Самостоятельная работа выполняется индивидуально, а также может проводиться под руководством преподавателя.</p> <p>При подготовке к зачету необходимо проработать материалы практических занятий, рекомендуемую литературу, получить консультацию у преподавателя.</p>

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-3 (2)	<ol style="list-style-type: none">1. Излагает базовые принципы организации статистических вычислений с использованием современных информационных технологий.2. Демонстрирует умение сформулировать задачу обработки результатов исследований применительно к виду информации и имеющимся программным средствам3. Использует соответствующие целям исследования математические методы обработки экспериментальных данных	<ol style="list-style-type: none">1. Устное собеседование.2. Практическое задание.	<ol style="list-style-type: none">1. Перечень вопросов к зачету (10 вопросов).2. Практические задания (6 заданий).

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-4 (2)	<p>1. Владеет методами построения математических и компьютерных моделей, может выбрать прикладное программное средство для проведения компьютерного эксперимента и обосновать свой выбор.</p> <p>2. Демонстрирует умение эффективно использовать в практических расчетах математическое программное обеспечение.</p> <p>3. Применяет компьютерное моделирование в решении практических задач разных областей знания. Может интерпретировать полученные результаты, делать выводы об адекватности той или иной модели</p>	<p>1. Устное собеседование.</p> <p>2. Практическое задание.</p>	<p>1. Перечень вопросов к зачету (10 вопросов).</p> <p>2. Практические задания (6 заданий).</p>

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
Зачтено	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> ответил на поставленные вопросы; выполнил практическое задание и представил результаты; возможно допуская несущественные ошибки.
Не зачтено	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> не выполнил практическое задание; не ответил на вопросы преподавателя, или допустил существенные ошибки в ответе.

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1.	Классификация методов научного исследования	1
2.	Линейные и квадратичные модели	1
3.	Проверка адекватности моделей	1
4.	Связь задачи обработки данных и планирования эксперимента	1
5.	Классификация задач обработки данных	2
6.	Статистический анализ данных	2
7.	Первичная обработка полученных данных методами описательной статистики	2
8.	Математическая трансформация данных	2
9.	Числовые характеристики выборки	2
10.	Линия регрессии	3
11.	Метод наименьших квадратов	3
12.	Гипотеза линейной регрессии	3
13.	Оценка качества линейной регрессии	3

14.	Применение линии регрессии для прогноза	3
15.	Классы нелинейных регрессий	4
16.	Полиномиальная регрессия	4
17.	Гиперболическая регрессия	4
18.	Полулогарифмическая регрессия	4
19.	Множественный регрессионный анализ	5
20.	Коэффициенты регрессии и уравнение регрессии	5

10.2.2. Вариант типовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

10.2.2 Вариант типовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

Типовое задание 1:

В результате эксперимента были получены значения переменной X. Значения представлены в следующей таблице

<i>i</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>X</i>	14,85	14,80	14,84	14,81	14,63	14,81	14,80	14,85	14,84	14,80

Требуется определить в табличном процессоре MS Excel основные числовые характеристики выборки: количество значений, среднее значение выборки, стандартное отклонение выборки, коэффициент Стьюдента, доверительный интервал, относительная ошибка определения доверительного интервала.

Ответ: Данные из примера введем в столбец B. В столбце D приведены названия вычисляемых величин, в столбце E указаны названия стандартных функций и формул, по которым выполняется расчет. Используя указанные функции, в столбец F поместим результаты вычислений:

	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3		Данные эксперимента			Обработка	
4						
5		№	X			
6		1	14,85	Число значений n	СЧЕТ	10
7		2	14,80	Среднее значение X _{ср}	СРЗНАЧ	14,803
8		3	14,84	Станд. отклонение S	СТАНДОТКЛОН	0,0643
9		4	14,81	Ст. откл. среднего S _{ср}	=S / КОРЕНЬ(n)	0,0203
10		5	14,63	К.Стьюд (5%, n-1) t	СТЮДРАСПОБР	2,2622
11		6	14,81	Доверит. интервал ДИ	= t * S _{ср}	0,046
12		7	14,80	Относит. ошибка δ	= ДИ / X _{ср}	0,0031
13		8	14,85			
14		9	14,84			
15		10	14,80			

Типовое задание 2:

Для определения зависимости между сменной добычей угля на одного рабочего (переменная Y, измеряемая в тоннах) и мощностью угольного пласта (переменная X, измеряемая в метрах) на 10 шахтах были проведены исследования, результаты которых представлены в следующей таблице:

<i>i</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>X</i>	8	11	12	9	8	8	9	9	8	12
<i>Y</i>	5	10	10	7	5	6	6	5	6	8

Требуется вычислить коэффициенты уравнения линейной регрессии по представленной выборке с помощью табличного процессора Excel

Ответ:

Введем необходимые исходные данные на рабочий лист Excel. В столбцах В и С вводятся данные исходной таблицы, записи в столбце Е играют роль подсказок, столбец F заполняется по мере обработки. В ячейку F3 вводится функция НАКЛОН, в ячейку F4 – ОТРЕЗОК. Обе эти функции имеют два аргумента: диапазон ячеек со значениями Y (С3:С12) и диапазон ячеек со значениями X (В3:В12). Статистическая функция КВПИРСОН вычисляет значение коэффициента детерминации.

	A	B	C	D	E	F
1	Линейная зависимость				Обработка	
2	№	X	Y			
3	1	8	5		НАКЛОН	1,0164
4	2	11	10		ОТРЕЗОК	-2,754
5	3	12	10		КВПИРСОН	0,7502
6	4	9	7			
7	5	8	5			
8	6	8	6			
9	7	9	6			
10	8	9	5			
11	9	8	6			
12	10	12	8			
13						

Функция ЛИНЕЙН(изв_знач_y; изв_знач_x; константа; стат) вычисляет коэффициенты линейной регрессии, коэффициент детерминации R², F-статистику. В поле «изв_знач_y» вводится диапазон значений Y (С3:С12); «изв_знач_x» – диапазон значений X (В3:В12); константа устанавливается на 0, если заранее известно, что свободный член равен 0, и на 1 в противном случае; стат устанавливается на 0, если не нужен вывод дополнительных сведений регрессионного анализа, и на 1 в противном случае.

Порядок использования функции ЛИНЕЙН:

1. Выделить область пустых ячеек 5*2 (5 строк, 2 столбца) для вывода результатов регрессионной статистики и 1*2 для вывода только коэффициентов a, b.
2. Ввести функцию ЛИНЕЙН вручную или через Мастер функций.
3. После корректного ввода функции в левой верхней ячейке выделенной таблицы появится первый итоговый элемент таблицы. Чтобы раскрыть всю таблицу, следует сначала нажать клавишу F2, а затем одновременно нажать клавиши [Ctrl], [Shift], [Enter].

В результате этих действий получаем таблицу, содержащую необходимые коэффициенты:

Значение коэффициента <i>b</i>	1,0164	-2,754	Значение коэффициента <i>a</i>
Среднеквадратическое отклонение <i>b</i>	0,2074	1,9759	Среднеквадратическое отклонение <i>a</i>
Коэффициент детерминации R^2	0,7502	1,0243	Среднеквадратическое отклонение <i>y</i>
F-статистика	24,025	8	Число степеней свободы
Регрессионная сумма квадратов	25,207	8,3934	Остаточная сумма квадратов

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная*

10.3.3. Особенности проведения зачета:

- Возможность пользоваться справочным материалом.
- Время на подготовку ответа по билету 15 минут.
- Зачет проводится в компьютерном классе.