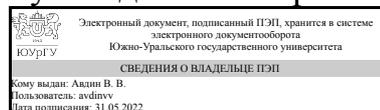


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



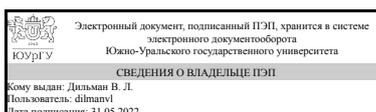
В. В. Авдин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.01 Прикладной анализ результатов эксперимента для направления 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии  
уровень Магистратура  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Математический анализ и методика преподавания математики

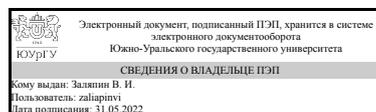
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, утверждённым приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 909

Зав.кафедрой разработчика,  
д.физ.-мат.н., доц.



В. Л. Дильман

Разработчик программы,  
к.физ.-мат.н., доц., профессор



В. И. Заляпин

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины "Прикладной анализ результатов эксперимента" является фундаментальная математическая подготовка в области планирования, систематизации и использования статистических данных для обнаружения закономерностей в тех явлениях, в которых существенную роль играет случайность. Методы дисциплины помогают проверить соответствие математической модели изучаемому явлению или процессу, дают возможность принять решение о свойствах модели по результатам экспериментов, которые подвержены случайным колебаниям, в частности оценить неизвестные параметры и проверить статистические гипотезы. Обучение этим методам оправдано широким спектром применения для решения многих проблем производства, техники, физики, биологии, геологии, экономики, психологии, лингвистики.

### Краткое содержание дисциплины

Задачи анализа и обработки данных. Планирование процедур сбора данных. Интерпретация экспериментальных данных. Модель эксперимента. Первичная обработка экспериментальных данных. Типы экспериментальных данных – интервальные, ординальные, номинальные. Некоторые стандартные распределения: нормальное, многомерное нормальное, равномерное на компакте, хи-квадрат, Стьюдента, Фишера, Уишарта и др. Эмпирические аналоги. Состоятельность эмпирических показателей. Оценки. Методы построения оценок – ММП, ММ, МНК и др. Состоятельность, несмещенность и эффективность оценивания. Неравенство Крамера-Рао. Точность и надежность оценивания. Интервальное оценивание. Байесовское оценивание. Оценивание математического ожидания и дисперсии. Точные и приближенные формулы. Оценивание ковариации и коэффициента корреляции. Статистики I-го типа. Состоятельность и асимптотическая нормальность статистик I-го типа. Достаточные статистики. Факторизационный критерий достаточности. Экспоненциальные семейства. Теорема Блекуэла-Рао-Колмогорова. Критерий проверки гипотезы. Последовательные критерии. Простые и сложные гипотезы. Принцип Неймана-Пирсона. Состоятельность и несмещенность критерия. Параметрические критерии: гипотеза о математическом ожидании, гипотеза о дисперсии, гипотеза о равенстве дисперсий, гипотеза о равенстве математических ожиданий. Непараметрические критерии: критерии согласия (Колмогорова-Смирнова, хи-квадрат Пирсона), критерии однородности (Колмогорова-Смирнова, хи-квадрат Пирсона, Манна-Уитни) Зависимости. Хи-квадрат критерий проверки независимости. Модели дисперсионного анализа. Один фактор. Доверительные интервалы – S-метод Шеффе, T-метод Тьюки и др. Два фактора – полный дисперсионный анализ. Модели дисперсионного анализа со случайными факторами. Регрессия и ее свойства. Идентификация регрессионных зависимостей. Корреляционное отношение, коэффициент корреляции, выборочные аналоги. Корреляционные зависимости. Среднеквадратическая линейная регрессия. Эмпирический аналог. Идентификация корреляционных зависимостей. Совместно нормальные переменные. Ранговый критерий. Регрессия с неслучайными переменными. МНК оценивание коэффициентов. Линейные по параметрам модели. Состоятельность и несмещенность МНК оценок. Оптимальность МНК оценок – теорема Гаусса-Маркова. Нормальная регрессия. Адекватность модели. Прогноз.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Знает: задачи и методы научного исследования Умеет: получать достоверные факты на основе наблюдений, опытов, научного анализа эмпирических данных Имеет практический опыт: обобщения полученных результатов и выработки выводов на основе проведенного анализа результатов
ПК-3 Способен к формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- и ресурсосбережения, осуществлять поиск, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования; выбирать методики и средства решения задачи; проводить эксперименты и исследования, анализировать результаты и осуществлять их корректную интерпретацию. Способен использовать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку	Знает: методы и способы осуществления поиска, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по теме исследования Умеет: проводить эксперименты и исследования, анализировать результаты и осуществлять их корректную интерпретацию Имеет практический опыт: использования математических моделей по теме исследования и осуществления их экспериментальной проверки

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	1.О.07 Методы и средства контроля состояния водных объектов, 1.Ф.04 Инструментальные методы исследования в химии

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

## 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 56,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		1
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	16	16

Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	51,5	51,5
• "Проверка гипотез"	20	20
• "Исследование зависимостей"	19	19
• "Теория оценивания"	12,5	12,5
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Первичная обработка экспериментальных данных	7	3	4	0
2	Элементы теории оценивания	17	5	12	0
3	Процедуры проверки статистических гипотез	12	4	8	0
4	Исследование экспериментальных зависимостей	12	4	8	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Общие принципы анализа данных. Эмпирические аналоги основных показателей.	2
2	1	Основные распределения статистики.	1
2	2	Введение в теорию оценивания параметров	1
3	2	Основные методы оценивания. Точность и надежность.	2
4	2	Достаточность. Эффективность. Оптимальность. Асимптотическая нормальность.	2
5	3	Статистические гипотезы. Надежность статистического вывода. Параметрические гипотезы. Принцип Неймана-Пирсона	2
6	3	Непараметрические гипотезы. Однородность и независимость. Гипотезы согласия.	2
7	4	Зависимость случайных комплексов. Регрессия	2
8	4	Дисперсионный анализ. Регрессия с неслучайными переменными.	2

### 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1,2	1	Эмпирические характеристики результатов эксперимента. Оценивание эмпирических характеристик	4
2,3	2	Оценивание параметров распределений. Методы.	4
4,5	2	Точность и надежность оценивания. Оценивание параметров нормального распределения.	4
6,7	2	Оценивание параметров негауссовских распределений	4

9,10	3	Уровень значимости и мощность критерия. Критерии значимости	4
11,12	3	Критерии согласия. Проверка на нормальность.	4
13,14	4	Критерий хи-квадрат проверки независимости. Критерии проверки однородности.	4
15,16	4	Регрессионный анализ зависимостей с неслучайными переменными. Адекватность модели. Точность и надежность прогноза	4

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
• "Проверка гипотез"	А.А. Боровков. Математическая статистика. (оценка параметров, проверка гипотез) Гл.3 (с. 270-320), В.И. Заляпин, Е.В. Харитонова. Математическая статистика. Гл. 2(с.67-101)	1	20
• "Исследование зависимостей"	В.И. Заляпин, Е.В. Харитонова. Математическая статистика. Гл. 3(с.102-138), Краснов М.Л. и др. ВСЯ ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, т.5, гл.45(с.202-220).	1	19
• "Теория оценивания"	Краснов М.Л. и др. ВСЯ ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, т.5, гл.37-42 (с.58-126)	1	12,5

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	1	Текущий контроль	Теория оценивания	1	10	Задание для самостоятельной работы состоит из трех частей и содержит 10 задач-вопросов. Каждая задача (вопрос) оценивается 1 баллом при правильном ответе и 0 баллов при неправильном.	экзамен
2	1	Текущий контроль	Проверка гипотез	1	10	Задание для самостоятельной работы состоит из трех частей и содержит 10 задач-вопросов. Каждая задача (вопрос) оценивается 1 баллом при правильном ответе и 0 баллов при неправильном..	экзамен
3	1	Текущий	Исследование	3	15	Задание для самостоятельной работы	экзамен

		контроль	зависимостей			состоит из двух частей и содержит 3 задачи-вопроса и индивидуальное задание для исследования. Каждая задача (вопрос) оценивается 1 баллом при правильном ответе и 0 баллов при неправильном, за выполнение индивидуального задания начисляется от 0 до 12 баллов, в зависимости от полноты, мотивированности и правильности исследования..	
5	1	Промежуточная аттестация	Прикладной анализ результатов эксперимента	-	95	В зависимости от правильности и мотивированности ответа студент может получить в результате собеседования от 0 до 100 баллов. Полный исчерпывающий ответ на теоретический вопрос билета оценивается в 35 баллов, задача-упражнение -- в 30 баллов. Правильный ответ на теоретический вопрос билета, без внятного обоснования и объяснения мотивировки - от 25 до 30 баллов, неправильный ответ, тем не менее демонстрирующий знакомство студента с основными конструкциями и положениями курса - от 15 до 25 баллов, неумение студента сформулировать основные концепции курса - 0 баллов. Задача, решенная правильно - 30 баллов, задача решенная правильно, с техническими погрешностями - 20 баллов, нерешенная задача при правильном понимании её существа - 10 баллов, нерешенная задача - 0 баллов.	экзамен

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	<p>Студент может получить оценку за курс автоматически при условии, что его рейтинг по результатам выполнения текущих заданий в семестре составит не менее 60%. Экзамен проводится в традиционной устной форме. Студент получает билет, содержащий 2 вопроса и одну задачу-упражнение.. На подготовку к ответу отводится от 40 до 60 мин. В зависимости от правильности и мотивированности ответа студент может получить в результате собеседования от 0 до 100 баллов.</p> <p>Полный исчерпывающий ответ на теоретический вопрос билета оценивается в 35 баллов, задача-упражнение -- в 30 баллов. Правильный ответ на теоретический вопрос билета, без внятного обоснования и объяснения мотивировки - от 25 до 30 баллов, неправильный ответ, тем не менее демонстрирующий знакомство студента с основными конструкциями и положениями курса - от 15 до 25 баллов,</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	неумение студента сформулировать основные концепции курса - 0 баллов. Задача, решенная правильно - 30 баллов, задача решенная правильно, с техническими погрешностями - 20 баллов, нерешенная задача при правильном понимании её существа - 10 баллов, нерешенная задача - 0 баллов.	
--	---	--

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ			
		1	2	3	5
УК-1	Знает: задачи и методы научного исследования		+		+
УК-1	Умеет: получать достоверные факты на основе наблюдений, опытов, научного анализа эмпирических данных		+	+	+
УК-1	Имеет практический опыт: обобщения полученных результатов и выработки выводов на основе проведенного анализа результатов			+	+
ПК-3	Знает: методы и способы осуществления поиска, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по теме исследования	+	+	+	+
ПК-3	Умеет: проводить эксперименты и исследования, анализировать результаты и осуществлять их корректную интерпретацию			+	+
ПК-3	Имеет практический опыт: использования математических моделей по теме исследования и осуществления их экспериментальной проверки	+		+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Вся высшая математика [Текст] Т. 5 Теория вероятностей. Математическая статистика. Теория игр учеб. для вузов : в 6 т. М. Л. Краснов, А. И. Киселев, Г. И. Макаренко и др. - Изд. 5-е. - М.: URSS : Издательство ЛКИ, 2011. - 293, [1] с.
2. Боровков, А. А. Математическая статистика: Оценка параметров. Проверка гипотез Учеб. пособие для мат. и физ. спец. вузов. - М.: Наука, 1984. - 472 с.
3. Заляпин, В. И. Математическая статистика [Текст] учеб. пособие В. И. Заляпин, Е. В. Харитонова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Мат. анализ ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2008. - 146 с.

#### б) дополнительная литература:

1. Леман, Э. Л. Проверка статистических гипотез Перев. с англ. Ю. В. Прохорова. - 2-е изд., испр. - М.: Наука, 1979. - 408 с. ил.
2. Леман, Э. Л. Теория точечного оценивания Перев. с англ. Ю. В. Прохорова. - М.: Наука, 1991. - 444 с.

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Заляпин, В.И. Математическая статистика./Заляпин В.И., Харитонов Е.В.//Ч.: ЮУрГУ.- 2008

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

### **Электронная учебно-методическая документация**

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Образовательная платформа Юрайт	Анализ данных : учебник / В. С. Мхитарян [и др.] ; под редакцией В. С. Мхитаряна. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 490 с. ISBN 978-5-534-00616-2. — <a href="https://urait.ru/bcode/412967">https://urait.ru/bcode/412967</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	708a (1)	Компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение
Практические занятия и семинары	707 (1)	Компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение