

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 03 » марта 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Информационно-статистическая теория измерений
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 324 (9)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 24.03.02 Системы управления движением и навигация
(код и наименование направления)

Направленность: Системы управления движением и навигация (общий
профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины - получение обучающимися знаний об основных положениях информационно-статистической теории измерений измерений на основе вероятностно-статистического подхода при функционировании средств измерений в условиях помех, приобретение навыков использования информационных критериев качества процесса измерения и обработки измерительной информации и умения их применять на всех этапах проектирования, разработки и эксплуатации средств измерений

Задачами учебной дисциплины являются:

- Получение представления об источниках и характеристиках измерительной информации;
- изучение способов статистической обработки и анализа сложных сигналов, выделения информативных сигналов на фоне помех;
- знание алгоритмических, технологических и структурных методов повышения точности средств измерений;
- формирование навыков применения полученных знаний для получения измерительной информации требуемого качества с помощью современных измерительных технологий.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Математические основы измерений в многомерных авиационных системах;
Математические модели сигналов и систем и методы оптимального оценивания их параметров;
Методы оптимальной фильтрации.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-5	ИД-1ОПК-5	Знать: - признаки классификации погрешностей измерений; - обобщенную модель источников ошибок измерений.	Знать способы использования современных подходов и методов решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники	Дифференцированный зачет
ОПК-5	ИД-2ОПК-5	Уметь: - проводить классификацию погрешностей измерений; - анализировать источники ошибок измерений.	Уметь использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-5	ИД-3ОПК-5	Владеть: -навыками выделения погрешностей по признакам их классификации.	Владеть навыками использования современных подходов и методов решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники	Дифференцированный зачет
ОПК-6	ИД-1ОПК-6	Знать: - характеристики качества оценок результатов и погрешностей измерений, а так же методы их определения.	Знать способы применения современных методов и средств обработки информации в области навигации и управления движением летательных аппаратов	Курсовая работа
ОПК-6	ИД-2ОПК-6	Уметь: - проводить анализ оценок результатов измерений по характеристикам их качества.	Уметь учитывать и применять современные методы и средства обработки информации в области навигации и управления движением летательных аппаратов	Экзамен
ОПК-6	ИД-3ОПК-6	Владеть: - навыками анализа оценок результатов измерений по характеристикам их качества.	Владеть навыками применения современных методов и средств обработки информации в области навигации и управления движением летательных аппаратов	Экзамен

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	7
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	128	54	74
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	72	36	36
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	52	16	36
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	2	2
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	160	90	70
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет	9		9
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)	18	18	
Общая трудоемкость дисциплины	324	180	144

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
6-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Законы распределения вероятностей случайных величин (СВ) и их инженерные приложения	14	0	4	20
Тема 1. Формы и свойства законов распределений. Функция распределения (ФР), функция плотности вероятностей (ФПВ). Числовые характеристики. Закон больших чисел. Моменты. Центрированная СВ. Правило «трех сигм». Тема 2. Равномерные и показательные распределения ФР и ФПВ. Числовые характеристики. Распределение случайных погрешностей при грубых измерениях. Вероятность безотказной работы технических устройств. Тема 3. Нормальное и нормированное нормальное распределения ФР и ФПВ. Параметры и свойства. Распределение случайных погрешностей при точных измерениях. Тема 4. Распределение хи-квадрат, Стьюдента и Фишера-Снедекора. ФП и ФПВ. Уровень значимости. Квантили. Центральная предельная теорема. Композиция. Устойчивость законов распределений. Тема 5. Система СВ. Совместная ФР. Плотность совместного распределения вероятностей. Условная ФПВ. Условное математическое ожидание. Корреляционный момент. Коэффициент линейной корреляции.				
Вероятностные методы анализа измерительной информации	14	0	6	30
Тема 6. Классификация погрешностей в приборостроении. Использование числовых характеристик распределения для определения истинных значений измеряемых величин, погрешностей и их составляющих. Тема 7. Статистические методы анализа результатов и погрешностей измерений. Генеральная совокупность и случайная выборка. Вариационный ряд. Эмпирическая ФП. Гистограмма и полигон распределения. Статистические и выборочные оценки. Тема 8. Законы распределения среднего при известной и неизвестной дисперсии. Закон распределения выборочной дисперсии. Методы непараметрической статистики для оценивания результатов и погрешностей измерений. Оценивание качества статистических оценок.				
Интервальное оценивание погрешностей измерений	8	0	6	40
Тема 9. Определение доверительных интервалов для общей погрешности при нормальном распределении результатов наблюдений.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Интервальное оценивание погрешностей при произвольных распределениях результатов наблюдений. Тема 10. Определение доверительных интервалов для случайной, систематической и неискл \ddot{u} ченной систематической погрешностей. Методы определения точностных и интервальных погрешностей в приборостроении.				
ИТОГО по 6-му семестру	36	0	16	90
7-й семестр				
Математические модели систем, сигналов и помех	16	0	14	30
Тема 11. Информационно-измерительная система (ИИС) в приборном оборудовании подвижного объекта. Информация сигнал и помеха. Измерительный канал. Классификация сигналов и помех. Случайный процесс (СП). Числовые характеристики СП. Эргодический СП. Дискретный СП. Автоковариационная и взаимоквариационная функции. Числовые характеристики гаусовского СП. Векторный СП, ковариационная матрица. Тема 12. Математические модели непрерывных систем. Признаки классификации. Линеаризация математической модели. Модель множественной линейной регрессии. Динамические модели объекта управления (ОУ) в пространстве состояния, в форме передаточных функций и «вход-выход». Динамические модели турбореактивного двухконтурного двигателя (ТРДД), твердотопливного ракетного двигателя (ТРД) и космического летательного аппарата (КЛА) по углу тангажа. Статистическая модель объекта управления. Тема 13. Математические модели дискретных систем, сигналов и помех. Дискретизация непрерывной динамической модели в пространстве состояния, в форме передаточных функций и «вход-выход». Устойчивость дискретной модели. AP-, CC-, APCC-модели дискретных сигналов. Модель векторного измерительного шума. Характеристика «белого» и «цветного» измерительных шумов. Обобщенная дискретная модель объекта управления.				
Статистическое оценивание параметров математических моделей сигналов и систем	12	0	14	20
Тема 14. Общая характеристика задачи идентификации. Пакетная и текущая идентификация. Метод наименьших квадратов (МНК). Критерий оптимальности МНК-оценок. Определение оптимальных оценок коэффициентов				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
стохастических моделей ОУ. Матричный алгоритм МНК. Оптимизация функции потерь. Нормальная система уравнений Гаусса через дисперсии и ковариации. Стандартизация нормальных уравнений. Тема 15. Дисперсионный анализ результатов идентификации математической модели ОУ. Оценивание точности идентификации и помехи. Объясненная и необъясненная дисперсии. Уравнения дисперсий. Коэффициенты парной и множественной детерминации. Коэффициент неопределенности. Оценивание статистических характеристик измерительных и системных шумов ОУ.				
Оптимальное оценивание сигналов и систем	8	0	8	20
Тема 16. Общая характеристика метода оптимальной фильтрации Калмана (ОФК). Предпосылки калмановской фильтрации. Модель динамической системы. Модель измерений. Основные понятия и определения метода ОФК. Статистический критерий оптимальности. Тема 17. Дискретный оптимальный статистический фильтр Калмана-Бьюси. Взвешенное среднее двух статистически независимых векторных оценок с минимальной дисперсией. Векторный дискретный ОФК, согласованный с математической моделью ОУ. Матричный коэффициент усиления фильтра. Ковариационные матрицы ошибок прогноза и фильтрации, системных и измерительных шумов. Прогнозная оценка вектора состояния. Обновляющий процесс. Оптимальная оценка вектора состояния и вектора выхода ОУ.				
ИТОГО по 7-му семестру	36	0	36	70
ИТОГО по дисциплине	72	0	52	160

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	ФР и ФПВ непрерывных СВ. Определение численных характеристик непрерывных и дискретных СВ
2	Функция надежности. Определение вероятности безотказной работы технических устройств
3	Определение параметров нормального распределения. Стандартизация СВ. Функция Лапласа
4	Определение оценок истинных значений измеряемых величин и погрешностей измерений при нормальном распределении параметров наблюдений

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
5	Использование методов непараметрической статистики для определения точечных оценок истинных значений измеряемых величин и случайной составляющей погрешности
6	Определение доверительных границ общей погрешности при нормальном и произвольном распределениях результатов наблюдений. Квантили распределений Гаусса и Стьюдента
7	Определение доверительных границ случайной погрешности. Квантили хи-квадрат распределения
8	Определение точечных и интервальных оценок систематической и неисключённой систематической погрешности
9	Определение вида и силы связи между сигналами математической модели ОУ
10	Определение автоковариационной и взаимоквариационной функций эргодического случайного процесса
11	Математические модели объекта управления, определение признаков математических моделей
12	Дискретизация непрерывной динамической модели. Определение переходных матриц коэффициентов
13	Метод наименьших квадратов. Определение параметров простой линейной регрессии. Центрирование модели. Уравнение средних
14	Определение параметров двухфакторной регрессии на основе дисперсий и ковариаций сигналов выхода и входа объекта управления
15	Матричный алгоритм метода наименьших квадратов. Идентификация математической модели сигналов датчиков канала измерения объекта управления
16	Дисперсионный анализ математической модели объекта управления. Определение коэффициентов множественной детерминации и вероятностных характеристик помехи
17	Алгоритм обобщенного фильтра Калмана. Исходные данные, начальные условия. Ковариационные матрицы измерительных и системных шумов
18	Реализация дискретного векторного алгоритма обобщенного фильтра Калмана. Согласование математической модели объекта управления с обобщенным фильтром Калмана

Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Оценка фильтрации в комплексной информационно-измерительной системе высоты и вертикальной скорости ЛА
2	Оценка фильтрации в комплексной информационно-измерительной системе высоты и вертикальной скорости с учетом медленно меняющейся компоненты погрешности акселерометра
3	Оценка фильтрации в комплексной информационно-измерительной системе угла тангажа и угла атаки ЛА
4	Оценка фильтрации в комплексной информационно-измерительной системе угла тангажа и угла атаки ЛА со статическим автопилотом

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Джунь И. В. Неклассическая теория погрешностей измерений. Ровно : Естери, 2015. 167 с.	1
2	Зайдель А. Н. Ошибки измерений физических величин : учебное пособие. 3-изд., стер. Санкт-Петербург : Лань, 2009. 108 с.	2
3	Теория измерений : учебное пособие для вузов / Мурашкина Т.И., Мещеряков В.А., Бадеева Е.А., Шалобаев Е.В. М. : Высш. шк., 2007. 151 с.	5
4	Теория статистики с основами теории вероятностей : учебное пособие для вузов / Елисеева И. И., Князевский В. С., Ниворожкина Л. И., Морозова З. А. Москва : ЮНИТИ, 2001. 446 с.	1

5	Фрейдина Е. В. Исследование систем управления : учебное пособие для магистров. 7-е изд., стер. Москва : Омега-Л, 2014. 367 с. 24,5 усл. печ. л.	1
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Анализ данных : учебник / Мхитарян В. С., Архипова М. Ю., Дуброва Т. А., Миронкина Ю. Н. Москва : Юрайт, 2016. 490 с. 37,98 усл. печ. л.	5
2	Кучерявый А. А. Авионика : учебное пособие. Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2016. 460 с., 4 л. ил. 28,25 усл. печ. л.	2
3	Лебедько Е. Г. Теоретические основы передачи информации : учебное пособие для вузов. Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2011. 349 с. 18,48 усл. печ. л.	2
4	Теоретическая механика : учебник для вузов / Учаев П. Н., Емельянов С. Г., Учаева К. П., Алтухов А. Ю. Старый Оскол : ТНТ, 2017. 351 с. 40,92 усл. печ. л.	2
2.2. Периодические издания		
1	Известия высших учебных заведений. Приборостроение : журнал. Санкт-Петербург : Изд-во СПбГУ ИТМО, 1958 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Соболев В. И. Информационно-статистическая теория измерений : учебник для вузов. Москва : Машиностроение, 1983. 224 с.	https://www.studmed.ru/sobolev-v-i-informacionno-statisticheskaya-teoriya-izmereniy-izmerenie-sluchaynyh-velichin-i-sluchaynyh-vektorov_57754f6e1c6.html	сеть Интернет; свободный доступ
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Информационно-статистическая теория измерений : методические И74 указания к лабораторно-практическому комплексу / сост.: Г. А. Фёдоров, Л. В. Федотов. – Ульяновск : УлГТУ, 2004. – 36 с.	http://lib.ulstu.ru/venec/2004/128.pdf	сеть Интернет; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Среды разработки, тестирования и отладки	Среда разработки RStudio

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовая работа	IBM PC Совместимые компьютеры	15
Лекция	IBM PC Совместимые компьютеры	15
Лекция	Интерактивная доска	3
Практическое занятие	IBM PC Совместимые компьютеры	15

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

«Информационно-статистическая теория измерений»

основной образовательной программы высшего образования – программы
академической бакалавриата

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	24.03.02 «Системы управления движением и навигация»	
Направленность (профиль) образовательной программы:	«Программное и математическое обеспечение систем навигации и управления»	
Квалификация выпускника:	«Бакалавр»	
Выпускающая кафедра:	Прикладная математика	
Форма обучения:	Очная	
Курс: 3, 4		Семестр: 6,7
Трудоёмкость:		
Кредитов по рабочему учебному плану:		9 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:		324 ч.
Виды промежуточного контроля:		
Экзамен: 6 семестр	Диф.Зачет: 7 семестр	Курсовая работа: 6 семестр

Пермь 2023

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты компетенций знать, уметь, владеть, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине. Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, практических занятий, курсовой работы, дифференциального зачета и экзамена (зачетного занятия).

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена (зачетного занятия), проводимого с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным

работам, рефератов, эссе и т.д. Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 5-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений проводится в форме рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу.

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех индивидуальных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

2.4.1. Процедура промежуточной аттестации с проведением дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена и дифференцированного зачета, основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине. Аттестационный контроль содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций. Задание формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задачи, контролирующие уровень сформированности всех заявленных компетенций.

2.4.1.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Случайная величина (СВ). Непрерывные и дискретные СВ.
2. Закон распределения вероятностей, его теоремы. Ряд распределения дискретной СВ.

3. Функция распределения (ФР) непрерывной и дискретной СВ. Свойства ФР.
4. Функция плотности вероятностей (ФПВ). Свойства ФПВ. Связь между ФР и ФПВ.
5. Определение вероятности попадания непрерывной СВ на заданный интервал через ФР и ФПВ.
6. Числовые характеристики непрерывных и дискретных СВ. Математическое ожидание, мода, медиана. Закон больших чисел.
7. Начальные и центральные моменты непрерывных и дискретных СВ. Дисперсия и среднее квадратичное отклонение (СКО).
8. Правило «трех сигм». Свойства математического ожидания и дисперсии.
9. Показательное распределение ФПВ и ФР. Функция надежности. Характеристическое свойство.
10. Нормальное и нормированное нормальное распределение. Свойства. Числовые характеристики.
11. Квантили распределений. Уровень значимости.
12. Вероятность попадания СВ на заданный интервал при нормальном распределении. Функция Лапласа.
13. Центральная предельная теорема.
14. Распределения Хи-квадрат, Стьюдента, Фишера-Снедекора. ФПВ и ФР. Квантили.
15. Погрешности измерений. Истинные и действительные значения измеряемой величины. Общая погрешность.
16. Классификация погрешностей в авиаприборостроении. Признаки классификации.
17. Типовые законы распределения погрешностей измерений.
18. Экспериментальное определение результата измерения, общей погрешности и ее составляющих при известном и неизвестном законах распределения наблюдений.
19. Законы распределения выборочного среднего при известной неизвестной дисперсии.
20. Использование методов непараметрической статистики для определения оценок математического ожидания и СКО.
21. Оценивание качества статистических оценок. Несмещенность, состоятельность и эффективность. Робастные оценки.
22. Интервальное оценивание определения доверительного интервала для истинного значения измеряемой величины при нормальном распределении результатов наблюдений известной и неизвестной дисперсии.
23. Определение доверительного интервала для случайной погрешности.
24. Определение точечных и интервальных оценок систематической и неисключенной систематической погрешностей при наличии образцового средства измерения (ОСИ).

25. Экспериментальное определение точечных и интервальных оценок систематической погрешности в авиаприборостроении при отсутствии ОСИ.

Типовые вопросы и задания для дифференциального зачета по дисциплине

1. Обобщенная дискретная модель. Характеристика задачи идентификации. Текущая и пакетная идентификация.
2. Случайный процесс (СП), числовые характеристики. Среднее значение, ковариация, взаимная ковариация. Стационарный и эргодический СП.
3. Автокорреляционная и автоковариационная функции непрерывного и дискретного СП. Взаимные корреляционная и ковариационная функции.
4. Случайный сигнал типа «белого шума». Числовые характеристики.
5. Числовые характеристики дискретного векторного СП. Ковариационная матрица и ее составляющие.
6. Общая характеристика метода наименьших квадратов (МНК). Функция потерь. Функция потерь в МНК.
7. Простая линейная регрессия. Функция потерь и ее оптимизация. Система нормальных уравнений. Определение коэффициентов. Простая оцененная регрессия.
8. Уравнение средних. Простая центрированная регрессия.
9. Множественная регрессия. Двухфакторная регрессия, центрированная двухфакторная регрессия. Выборочная двухфакторная регрессия.
10. Уравнение множественной регрессии в векторно-матричном виде. Оценка вектора отклика. Ошибка оценки вектора отклика. Функция потерь в векторном виде.
11. Уравнение дисперсий и его составляющие.
12. Оценивание точности идентификации. Коэффициент парной детерминации.
13. Анализ ошибки регрессии. Числовые характеристики ошибки.
14. Задача фильтрации. Основные понятия и определения метода оптимальной фильтрации Калмана (ОФК).
15. Предпосылки калмановской фильтрации. Динамическая модель и Модель измерений. Ограничения.
16. Алгоритм ОФК. Определение прогнозной оценки вектора состояния ОУ и ковариационной матрицы ошибок прогноза (Записать уравнения и расшифровать).
17. Алгоритм ОФК. Определение оптимальной оценки вектора состояния ОУ (оценка фильтрации) и ковариационной матрицы ошибок фильтрации. Записать уравнения и расшифровать.

Типовые практические задания для контроля освоенных умений:

Задача 1

При сборке прибора для точной подгонки основной детали может потребоваться 1, 2, 3, 4, 5 проб с вероятностями 0,07; 0,21; 0,55; 0,16 соответственно. Требуется обеспечить сборщика необходимым количеством деталей для сборки 30 приборов. Сколько деталей надо выдать сборщику?

Задача 2

Имеется выборка из $n=10$ наблюдений: 8,1; 7,9; 7,2; 9,8; 10,1; 7,5; 7,7; 10,4; 10,5; 7,8. Определить оценки результата измерения – среднее арифметическое, оценку Винзора, центр межквартильного размаха, медиану, D-оценку Ходжеса-Лимана. Определить оценки случайной составляющей погрешности – СКО, среднее абсолютных отклонений, медиану абсолютных отклонений, квазиразмах.

Задача 3

По выборке наблюдений задачи 2 определить доверительные границы истинного значения измеряемой величины и случайной составляющей погрешности измерения при доверительной вероятности $P_{\text{дов}} = 0,95$.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

Задача 1

В результате эксперимента получены измерения датчика температуры за турбинами $T_T(k)$, $k = 1,30$ и датчика числа оборотов компрессора $n_k(k)$, $k = 1,30$ САУ ТРДД. Провести группировку измерений, составить корреляционную таблицу и оценить наличие корреляционной связи между температурой и числом оборотов. Определить силу линейной связи между сигналами.

Задача 2

Определить оптимальную оценку углового коэффициента простой линейной регрессии, если известны выборочная дисперсия $Sx^2 = 25$ и выборочная ковариация $Sxy = 10$. Записать уравнение простой оцененной выборочной центрированной регрессии.

Задача 3

Математическая модель измерений датчика давления за компрессором САУ ТРДД представляет собой уравнение двухфакторной регрессии $y(k) = b_1x_1(k) + b_2x_2(k) + e(k)$, $k=1,n$. Известны измерения сигналов выхода и входов. Частота отсчетов 25 Гц, число отсчетов $n = 100$. Определить оптимальные оценки коэффициентов математической модели. Определить числовые характеристики ошибки оценивания. Оценить точность идентификации.

2.4.1.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене (дифференцированном зачете)

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов знать, уметь, владеть заявленных компетенций проводится по 5-балльной шкале оценивания.