

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Механико-технологический факультет

“УТВЕРЖДАЮ”

Декан МТФ

профессор, к.т.н. Буров
Владимир Григорьевич

“ ___ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Испытание и исследование технологического оборудования

ООП: специальность 260601.65 Машины и аппараты пищевых производств

Шифр по учебному плану: ДС.В.1.2

Факультет: механико-технологический очная форма обучения

Курс: 5, семестр: 9

Лекции: 34

Практические работы: - Лабораторные работы: 16

Курсовой проект: - Курсовая работа: - РГЗ: 9

Самостоятельная работа: 52

Экзамен: - Зачет: 9

Всего: 102

Новосибирск

2011

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению (специальности): 655800 Пищевая инженерия.(№ 184 тех/дс от 23.03.2000)

ДС.В.1.2, дисциплины по выбору студента

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Проектирование технологических машин протокол № № 4 от 17.05.2011

Программу разработал

доцент, к.т.н.

Титоренко Виктор Петрович

Заведующий кафедрой

доцент, к.т.н.

Иванцовский Владимир Владимирович

Ответственный за основную образовательную программу

доцент, к.т.н.

Иванцовский Владимир Владимирович

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Шифр дисциплины	Содержание учебной дисциплины	Часы
ДС.В.1.2	<p>Концептуальная записка по направлению подготовки дипломированного специалиста 260601 - "Машины и аппараты пищевых производств", дисциплина "Динамика технологических машин".</p> <p>- Испытание и исследование станочного оборудования.</p> <p>- Измерения в машиностроении.</p> <p>- Методы и средства измерения.</p>	102

2. Особенности (принципы) построения дисциплины

Таблица 2.1

Особенности (принципы) построения дисциплины

Особенность (принцип)	Содержание
Основания для введения дисциплины в учебный план по направлению или специальности	Решение Ученого совета механико-технологического факультета от 04.04.2007 (протокол №4).
Адресат курса	Для студентов 5-го курса, обучающихся по специальности 260601 - "Машины и аппараты пищевых производств".
Основная цель (цели) дисциплины	Основная цель дисциплины состоит в раскрытии роли испытаний и исследования технологического оборудования, как процессов выработки новых знаний о свойствах станка и оценки его качества на основе определенного набора выходных параметров. Исследование призвано обеспечить конструктора недостающей информацией, без которой затруднены поиск и объективная оценка новых технических решений.
Ядро дисциплины	Показатели качества оборудования. Выходные параметры станков. Методы измерения выходных параметров станков. Статистические методы обработки результатов исследований. Приборы для измерения выходных параметров оборудования.
Связи с другими учебными дисциплинами основной образовательной программы	При изучении дисциплины у студента объективно возникает потребность увязать в системном виде и на более высоком качественном уровне знания, полученные ранее при изучении таких фундаментальных общепрофессиональных и специальных дисциплин, как "Математика", "Физика", "Информатика", "Начертательная геометрия. Инженерная графика", "Теория автоматического управления", "Теоретическая механика", "Сопротивление материалов", "Теория механизмов и машин", "Металлорежущие станки".
Требования к первоначальному уровню	1. Для успешного освоения дисциплины студенту необходимы знания, получаемые из курсов высшей

подготовки обучающихся	математики, физики, компьютерной графики, теоретической механики, теории машин и механизмов, теории автоматического управления и металлорежущих станков. 2. Хорошее владение компьютером.
Особенности организации учебного процесса по дисциплине	Теоретический курс (ТК), расчетно-графическое задание (РГЗ) и лабораторные работы (ЛР) тесно взаимосвязаны и построены с учетом следующих основных принципов: - модульность - деление курса на самостоятельные, но в то же время, взаимосвязанные части; - соответствие целей и содержания требованиям ГОС на подготовку инженера; - соответствие содержания всех видов учебных занятий требованиям, предъявляемым к дисциплинам, связанным с расчетом и конструированием и эксплуатацией технических объектов; -обеспечение высокого уровня самостоятельности студентов при освоении всех разделов дисциплины. По окончании изучения курса студенты сдают зачет.

3. Цели учебной дисциплины

Таблица 3.1

После изучения дисциплины студент будет

иметь представление	
1	об основных принципах программного метода испытания оборудования
2	о назначении структуре и составе измерительно-диагностического комплекса для проведения программного метода испытания оборудования
3	об общих требованиях к испытаниям станков на точность по стандартным методикам
4	методах и способах достижения единства измерений и обеспечения их требуемой точности
5	о регрессионном анализе надежности модели, дисперсионном анализе значимости факторов модели, планировании экспериментов
знать	
6	основные показатели качества технологического оборудования
7	основные компоненты технологической системы, определяющие точность обработки
8	набор параметров, характеризующих траектории формообразующих узлов и определяющих точность обработки
9	основные термины и определения метрологии, метрологические характеристики средств измерения, погрешности средств измерения
10	статистические оценки точности измерений, точечные оценки, доверительные оценки
11	методы подбора типа модели
12	средства и методы измерения геометрических параметров траекторий
13	средства и методы измерения отклонений формы и шероховатости поверхностей
уметь	
14	делать точечные и доверительные оценки точности результатов измерения
15	определять параметры линейной и квадратичной моделей методом наименьших квадратов
16	применять различные средства для измерения линейных размеров и углов, для измерения непрямолинейности, неплоскостности и шероховатости поверхностей
иметь опыт (владеть)	
17	методами проверки геометрической точности станочного оборудования
18	методами исследования собственных частот шпиндельных узлов
19	исследования упругих и демпфирующих свойств несущей системы станочного оборудования

4. Содержание и структура учебной дисциплины

Лекционные занятия

Таблица 4.1

(Модуль), дидактическая единица, тема	Часы	Ссылки на
---------------------------------------	------	-----------

		цели
Семестр: 9		
Дидактическая единица: Испытание и исследование станочного оборудования		
Цели и методы исследования и испытания машин. Номенклатура показателей качества. Основные виды испытания оборудования по параметрам точности и надежности. Станок как технологическая система. Компоненты технологической системы, выходные параметры компонентов. Набор показателей для выходных параметров. Опорные точки для изучения траекторий движения узлов машин. Параметры траекторий опорных точек при поступательном движении формообразующих узлов машин. Параметры траекторий, отражающие динамические свойства упругой системы станков. Гармонический анализ траекторий. Параметры круговых траекторий опорных точек при получении цилиндрических поверхностей. Дисперсионный анализ траекторий. Выходные параметры станков, определяющие точность взаимного положения обрабатываемых поверхностей. Износ сопряжений станков. Влияние формы износа направляющих станины на траекторию движения стола. Основные принципы программного метода испытания оборудования.	12	10, 17, 3, 6, 7, 8
Дидактическая единица: Измерения в машиностроении		
Основные термины и определения метрологии. Метрологические характеристики средств измерения. Погрешности средств измерения. Оценка точности результатов измерений. Ошибки измерений. Средние значения и их точечные оценки. Доверительные оценки. Статистическая обработка опытных данных. Регрессионный анализ. Определение параметров модели методом наименьших квадратов. Дисперсионный анализ. Основы планирования эксперимента. Современные представления об измерениях. Измерительные шкалы.	12	10, 11, 12, 14, 16, 2, 4, 5, 9
Дидактическая единица: Методы и средства измерения		
Средства и методы для измерения геометрических параметров траекторий. Методы и средства измерения отклонений формы и шероховатости поверхности. Испытания и оценка виброустойчивости станочного оборудования. Испытание и исследование оборудования на теплостойкость. Измерение параметров круговых траекторий формообразующих узлов технологического оборудования. Методы и средства измерения параметров движения.	10	1, 15, 17, 18, 19

Лабораторная работа

Таблица 4.2

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 9			
Дидактическая единица: Измерения в машиностроении			
Лабораторная работа № 1. Проверка геометрической точности токарно-винторезного станка.	Производится испытание станка модели 16К20 по требуемой ГОСТ 18097 совокупности проверок на геометрическую точность, анализируются результаты, формулируется заключение о соответствии станка нормам точности и оценивается влияние геометрических погрешностей на форму обрабатываемой поверхности детали.	4	1, 12, 15, 17, 2, 3, 7, 8
Дидактическая единица: Испытание и исследование станочного оборудования			
Лабораторная работа № 2. Исследование виброустойчивости шпинделя токарно-револьверного станка.	На экспериментальном стенде определяется АЧХ шпиндельного узла токарного станка модели 16К20. Рассчитываются возможные вынужденные частоты колебаний, которые возникают при работе коробки скоростей (подшипники, зубчатые колеса) станка и сравниваются с собственными частотами шпиндельного узла.	4	11, 18, 19, 2, 3, 5, 6
Лабораторная работа № 3. Исследование упругих и демпфирующих свойств динамической системы станка.	Исходя из, полученной экспериментально, статической нагрузочной характеристики формообразующих	4	14, 19, 6

	<p>узлов консольно-фрезерного станка, делается оценка значений его упругих и демпфирующих параметров и виброустойчивости. По ходу выполнения работы используется статистическая процедура аппроксимации экспериментальных данных (метод наименьших квадратов, основа модели многочлен второй степени). Для анализа и графического представления результатов используется упрощенная математическая модель, иллюстрирующая затухание колебаний в исследуемой динамической системе. Статистические процедуры и мат. моделирование выполняются с использованием средств ВТ.</p>		
<p>Лабораторная работа № 4. Исследование значимости факторов, влияющих на мощность холостого хода станка.</p>	<p>На основе двухфакторного дисперсионного анализа экспериментальных данных выявляется значимость факторов (температура масла, частота вращения шпинделя станка), влияющих на величину мощности холостого хода в приводе главного движения токарно-винторезного станка модели IA62. Делаются</p>	<p>4</p>	<p>10, 15, 2, 5, 6</p>

	доверительные оценки точности результатов эксперимента. Статистические расчеты выполняются с использованием средств ВТ.		
--	---	--	--

5. Самостоятельная работа студентов

Семестр- 9, : Подготовка к зачету

Систематическое изучение дисциплины в течение семестра, приобретение новых знаний (5 часов).

Семестр- 9, РГЗ

На выполнение расчетно-графического задания (РГЗ) студентам отводится 35 часов самостоятельной работы.

Тематика расчетно-графического задания (РГЗ) – статистические методы в инженерных исследованиях.

Выполнение РГЗ является одним из важнейших этапов конструкторской подготовки бакалавра. На нем систематизируются, углубляются знания, полученные ранее при изучении многих естественнонаучных, общетехнических и специальных дисциплин.

Основные цели этой работы состоят в том, что она позволит студенту *овладеть основами теории эксперимента*, необходимой при выполнении экспериментальных исследований технологического оборудования; *развить умение* в применении методов теории вероятностей и математической статистики; *закрепить навыки применения* измерительной техники и средств ВТ, и *повысит эрудицию* в конкретной области машиностроения.

Опыт, полученный при работе над проектом, даст студенту возможность реально оценить свою способность к самостоятельному решению инженерных исследовательских задач.

Задания на РГЗ, требования к объему и содержанию, вся необходимая литература, развернутые рекомендации по выполнению работы приведены в кафедральном варианте учебного пособия, выдаваемого студентам в электронном виде.

Весь объем самостоятельной работы студентов при курсовом проектировании разбивается на 4 основных этапа (блока), содержание и сроки выполнения которых установлены следующими (табл. 5.1):

Таблица 5.1

№ темы	Содержание работы	Сроки выполнения
1.	Основные характеристики и экспериментальный анализ случайной величины	4 неделя
2.	Элементарные статистические процедуры	7 неделя
3.	Методы планирования эксперимента	12 неделя
4.	Дисперсионный анализ	16 неделя

Часть студентов выполняет расчетно–графическое задание по курсу в форме реферата, содержащего текст, рисунки, графики и формулы, в объеме достаточном для всестороннего освещения заданной темы. Тематика заданий на реферат соответствует, в основном, содержанию третьего блока курса, не вошедшему в лекционный объем

Темы заданий к расчетно-графической работе

1. Измерение тепловых деформаций базовых деталей станка. Приборы для измерения температуры. Мероприятия по уменьшению влияния тепловыделения в станке на деформирование базовых деталей.
2. Исследование упругих и демпфирующих свойств рабочих органов станков. Требования ГОСТ к испытаниям на жесткость.
3. Датчики и приборы для измерения усилий резания и крутящих моментов на металлорежущих станках.
4. Схема измерения АФЧХ шпинделя фрезерного станка. Понятие о критериях устойчивости системы.
5. Методы определения частот собственных колебаний шпинделя, приборы, датчики. Виброустойчивость шпиндельных узлов.
6. Аналитическое представление гармонических колебаний (вибраций), возникающих при работе станков, на основе ряда Фурье. Дискретный частотный спектр колебаний.
7. Испытания станков на точность на основе ГОСТов. Общие требования. Требования к методам и средствам измерений. (ГОСТ 8 - 82Е, ГОСТ 22267 - 76).
8. Оптические приборы и методы измерения отклонений от прямолинейности и плоскостности поверхности.
9. Приборы для измерения шума и вибраций станков.
10. Измерение положений и перемещений тел.
11. Измерение угловой скорости вращения валов. Датчики, методы измерения.
12. Измерение линейных скоростей и ускорений тел. Датчики, методы измерения.
13. Для токарного станка повышенной точности разработать систему опорных точек, необходимых для получения в ходе испытания данных о его точностных свойствах. Дать перечень регламентируемых параметров траекторий опорных точек.
14. Схемы и методы испытания станков по отклонениям формы и относительного положения поверхностей, служащих для базирования заготовки и инструмента (ГОСТ - 22267 - 76).
15. Роль измерений в создании моделей систем.

Семестр- 9, Подготовка к занятиям

Подготовка к занятиям (12 часов) включает:

- подготовку к лекциям по конспекту и учебной литературе - 9 часов;
- подготовку к лабораторным работам - 3 часа.

6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

Положение об аттестации разработано на основании приказа № 850 от 02.07.2009 о внедрении балльно-рейтинговой системы в НГТУ.

6.1. Оценка знаний студентов по дисциплине производится на основе модульно-рейтинговой системы с максимальным итоговым рейтингом, равным 100 баллам.

Рейтинг студента по дисциплине является основой для выставления итоговой оценки по дисциплине в "буквенной" форме в соответствии с 15-уровневой шкалой оценок European Credit Transfer System - ECTS (табл. 6.1), а также в традиционной форме (четырёхуровневая шкала либо "зачтено"). Итоговая оценка в двух формах проставляется в ведомость и зачетную книжку студента.

Таблица 6.1

Характеристика работы студента	Диапазон баллов рейтинга	Оценка ECTS	Традиционная (4-х уровневая) шкала оценки	
1	2	3	4	
"Отлично" – работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с основным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	98 – 100	A+	отлично	зачтено
	94 – 97	A		
	90 – 93	A-		
"Очень хорошо" – работа хорошая, уровень выполнения отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с основным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному	87 – 89	B+	хорошо	
	84 – 86	B		
	80 – 83	B-		
"Хорошо" – уровень выполнения работы отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с основным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	77 – 79	C+	хорошо	зачтено
	74 – 76	C		
	70 – 73	C-	удовлетворительн о	

<p>"Удовлетворительно" – уровень выполнения работы отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, некоторые практические навыки работы с основным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки</p>	67 – 69	D+		
	64 – 66	D		
	60 – 63	D-		
<p>"Посредственно" – работа слабая, уровень выполнения не отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному</p>	50 – 59	E		
<p>"Неудовлетворительно" (с возможностью пересдачи) – теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий</p>	25 – 49	FX	неудовлетворительно	не зачтено
<p>"Неудовлетворительно" (без возможности пересдачи) – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий</p>	0 - 24	F		

6.2. Рейтинг по дисциплине определяется как сумма баллов за работу в семестре (текущая аттестация, до 80 баллов) и баллов, полученных в результате итоговой аттестации (зачет, до 20 баллов).

6.3. Текущая аттестация студента по дисциплине осуществляется по следующим разделам:

- выполнение и защита 4-х лабораторных работ – до 19 баллов;
- выполнение и защита расчетно-графического задания – до 21 баллов;
- защита трех разделов лекционного курса – до 40 баллов.

6.3.1. Начисление баллов за лабораторные работы осуществляется по следующей схеме:

- защита лабораторной работы до выполнения следующей – 1 балл;
- защита лабораторной работы в соответствии с уровнем знаний:
 - "удовлетворительно" – 2 балла;
 - "хорошо" – 3 балла;
 - "отлично" – 4 балла.
- отсутствие студента при выполнении лабораторной работы в соответствии с расписанием – минус 1 балл.
- если день выполнения лабораторной работы совпадает с праздничным днем, студент имеет возможность защитить теоретическую часть данной работы, без выполнения практической части.

6.3.2. Начисление баллов за выполнение и защиту расчетно-графической работы осуществляется по следующей схеме:

- систематическая работа над заданием в течение семестра – 3 балла:
 - тема № 1* – основные характеристики и экспериментальный анализ случайных величин – 7 неделя (1 балл);
 - тема № 2* – элементарные статистические процедуры – 16 неделя (2 балла).
- защита РГЗ на 16 неделе – 4 балла.
- результаты защиты РГЗ:
 - "удовлетворительно" – 6...8 баллов;
 - "хорошо" – 9...11 баллов;
 - "отлично" – 12...14 баллов.

6.3.3. Лекционный материал контролируется на 7, 12, и 16 неделях семестра по разделам. Минимально необходимое количество баллов, учитываемое при аттестации раздела, равно 5.

Разделы курса:

а) испытания технологического оборудования (показатели качества оборудования; параметры, характеризующие точность и надежность станков; опорные точки, траектории опорных точек, число опорных точек, параметры траектории и точность) - до 14 баллов;

б) измерения в машиностроении (основы метрологии; математическое обеспечение эксперимента: - регрессионный и дисперсионный анализ, планирование эксперимента; современное понятие эксперимента и измерений) - до 13 баллов;

в) приборы и методы для измерения параметров качества станочного оборудования (измерение линейных размеров и углов, измерение формы и шероховатости поверхности, измерение параметров движения, измерение силовых и энергетических величин, измерение температуры) - до 13 баллов.

6.4. Студент допускается к сдаче зачета при условии, если он выполнил и защитил все лабораторные работы и расчетно-графическое задание, защитил три раздела курса и набрал не менее 40 баллов.

6.5. Если студент в семестре работал не систематически, в результате чего не набрал требуемое количество баллов, то ему выдается дополнительное задание, тематика и объем которого определяются преподавателем.

6.6. Если по результатам работы в семестре студент не набрал 25 баллов, ему выставляется итоговая оценка по дисциплине "не зачтено" (F), без права последующей пересдачи. В этом случае студенту предлагается изучить дисциплину повторно на платной основе.

6.7. Итоговая аттестация по дисциплине – зачет:

- "удовлетворительно" – 10...12 баллов;
- "хорошо" – 13...16 баллов;
- "отлично" – 17...20 баллов.

6.8. Если в результате сдачи зачета студент не набирает 10 баллов или с учетом сдачи экзамена его суммарный рейтинг не превышает 49 баллов, ему выставляется оценка "неудовлетворительно" (FX) с возможностью пересдачи.

6.9. При пересдачи зачета студент имеет возможность получить оценку не выше E ("удовлетворительно").

6.10. Студент имеет возможность получить дополнительно до 20 баллов при выполнении работ, не предусмотренных основной программой освоения курса. Данные виды работ согласуются с преподавателем. Одним из вариантов дополнительной работы может быть выполнение реферата по третьему разделу курса.

6.11. Если с учетом работ, сверх предусмотренных основной программой освоения курса, студент набрал свыше 90 баллов, итоговая оценка по дисциплине может быть выставлена без проведения итоговой аттестации ("автомат"). При этом в ведомость и зачетную книжку студента выставляется оценка "зачтено", что соответствует группе уровней "А" шкалы ESTS.

7. Список литературы

7.1 Основная литература

В печатном виде

1. Металлорежущие станки : учебник для вузов по направлению подготовки дипломированных специалистов - "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / В. Д. Ефремов [и др.] ; под общ. ред. П. И. Ящерицына. - М., 2005. - 553 с. : ил., схемы - Рекомендовано УМО.
2. Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика : для инженеров и научных работников / А. И. Кобзарь. - М., 2006. - 813 с. : табл.
3. Рогов В. А. Методика и практика технических экспериментов : учебное пособие для вузов по направлению подготовки бакалавров и магистров "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств" и по направлению подготовки дипломированных специалистов "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / В. А. Рогов, Г. Г. Позняк. - М., 2005. - 282, [6] с. : ил. - Рекомендовано МО.

7.2 Дополнительная литература

В печатном виде

1. Металлорежущие станки : [учебник для машиностроит. вузов по специальности "Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты" / В. Э. Пуш и др.] ; под ред. В. Э. Пуша. - М., 1986. - 575 с. - Рекомендовано МО.
2. Кадомская К. П. Методы обработки экспериментальных результатов и планирования эксперимента : учебное пособие [для 5 курса и магистрантов факультета энергетики] / К. П. Кадомская ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2002. - 71, [1] с. : ил.
3. Орликов М. Л. Динамика станков : Учеб. пособие для вузов по спец. "Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты". - Киев, 1980. - 256 с.
4. Проников А. С. Программный метод испытания металлорежущих станков / А. С. Проников. - М., 1985. - 286, [1] с. : ил.
5. Сергиевский Л. В. Наладка, регулировка и испытание станков с программным управлением : учебное пособие / Л. В. Сергиевский. - М., 1974. - 294, [2] с. : ил. - Рекомендовано МО.
6. Нахапетян Е. Г. Диагностирование оборудования гибкого автоматизированного производства / Е. Г. Нахапетян ; отв. ред. Е. А. Цуханова ; АН СССР, Ин-т машиноведения им. А. А. Благонравова. - М., 1985. - 224, [1] с. : ил.
7. Исследования и испытания : справочное пособие / [Е. Ц. Андреева-Галанина и др.] ; под ред. Б. М. Злобинского. - М., 1964. - 387 с. : ил.
8. Судаков Р. С. Испытания технических систем : выбор объемов и продолжительности / Р. С. Судаков. - М., 1988. - 271 с. : ил., табл.

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

В печатном виде

1. Исследование упругих и демпфирующих свойств динамической системы станка : Метод. указ. к лаб. раб. по курсу "Испытания и исследование технолог. оборудования для МТФ всех форм обуч. по направ. 551800 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; сост. В. И. Титоренко. - Новосибирск, 1998. - 18 с. : ил.
2. Исследование значимости факторов, влияющих на мощность холостого хода станка : методические указания к лабораторной работе № 4 по курсу "Испытания и исследование технологического оборудования" для МТФ всех форм обучения специальностей 120200 и 170600 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. П. Титоренко]. - Новосибирск, 2005. - 23, [1] с. : ил.
3. Смагин Г. И. Исследование виброустойчивости шпинделя токарно-винторезного станка : Метод. руководство к лаб. работе для ФАМ всех форм обучения / Сост. : Смагин Г. И. - Новосибирск, 1993. - 24 с. : ил.
4. Геометрическая точность металлообрабатывающих станков : методические указания к лабораторной работе для МТФ специальностей 151001, 151002 и 220301 всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. С. Чесов, С. В. Птицын]. - Новосибирск, 2006. - 18, [1] с. : ил.

В электронном виде

1. Исследование значимости факторов, влияющих на мощность холостого хода станка : методические указания к лабораторной работе № 4 по курсу "Испытания и исследование технологического оборудования" для МТФ всех форм обучения специальностей 120200 и 170600 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. П. Титоренко]. - Новосибирск, 2005. - 23, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2005/2930.rar>
2. Геометрическая точность металлообрабатывающих станков : методические указания к лабораторной работе для МТФ специальностей 151001, 151002 и 220301 всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. С. Чесов, С. В. Птицын]. - Новосибирск, 2006. - 18, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/2006_3072.pdf

9. Контролирующие материалы для аттестации студентов по дисциплине
Перечень вопросов, выносимых для итогового контроля по дисциплине:

1. Роль станков в повышении качества изделий машиностроения. Цель и задачи испытания и исследования станочного оборудования;
2. Показатели качества станков по ГОСТ 4.93-86 “Номенклатура показателей”;
3. Обобщенные показатели качества станочного оборудования;
4. Основные виды испытания станков по параметрам точности;
5. Испытания станков на надежность;
6. Задачи диагностики станков.
7. Общие требования к испытаниям станков на точность по ГОСТ 8-82;
8. Требования к методам проверки и средствам измерения по ГОСТ 22267-76;
9. Показатели геометрической точности станков по ГОСТ 22267-76, примеры методов и схем измерений;
10. Основные недостатки типовых методов проверки станков. Новый подход к испытаниям станков.
11. Компоненты технологической системы, выходные параметры компонентов;
12. Область состояний и область работоспособности станочного оборудования;
13. Выбор местоположения и числа опорных точек на станках;
14. Система опорных точек для фрезерного станка;
15. Система опорных точек для токарного станка.
16. Параметры, определяющие точность положения траектории поступательно движущихся узлов;
17. Параметры формы траектории поступательно движущихся узлов;
18. Параметры траектории, отражающие динамические свойства упругой системы станка (для поступательно движущихся узлов). Ряды Фурье. Гармонический анализ траекторий, частотный спектр;
19. Вычисление приближенных значений коэффициентов Фурье.
20. Анализ круговых траекторий с использованием ряда Фурье;
21. Область возможных состояний шпинделя за весь период работы станка;
22. Типичные области состояний при поступательном движении рабочих органов.
23. Преобразование Фурье. Спектральный анализ.
24. Параметр, характеризующий точность взаимного положения поверхностей при обработке детали на координатно-расточном станке (отклонение от перпендикулярности оси и плоскости);
25. Параметр, характеризующий точностные свойства фрезерного станка при обработке ступенчато расположенных параллельных плоскостей;
26. Номенклатура выходных параметров, характеризующих точностные свойства шпиндельного узла токарного станка;
27. Суть дифференциального и интегрального методов оценки уровня качества станков.
28. Постановка задачи и определение износа направляющих суппорта;
29. Определение износа направляющих станины;
30. Влияние формы износа направляющих станины на траекторию движения суппорта;
31. Влияние одновременного износа всех граней направляющих станины на точность перемещения суппорта;
32. Структура испытательного комплекса;
33. Подготовительные этапы при разработке методики программного испытания;
34. Номенклатура выходных параметров токарных станков.
35. Основные термины и определения метрологии;
36. Обобщенные структурные схемы аналогового и цифрового приборов;
37. Основные метрологические характеристики средств измерения;
38. Погрешности средств измерения;

39. Поверка средств измерения.
40. Нормальный закон распределения случайной величины. Математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение;
41. Средние значения и их точечные оценки;
42. Доверительные оценки точности измерений;
43. Погрешности косвенных замеров;
44. Регрессионный анализ эмпирических данных;
45. Определение параметров модели методом наименьших квадратов;
46. Выбор типа модели;
47. Регрессионный анализ надежности линейной модели;
48. Регрессия для функции нескольких переменных;
49. Сглаживание эмпирических данных.
50. Статистический отбор данных .
51. Понятие о дисперсионном анализе.
52. Основы планирования эксперимента.
53. Современные представления об измерениях.
54. Измерительные шкалы. Шкала наименований;
55. Порядковая шкала. Модифицированные порядковые шкалы;
56. Шкалы интервалов;
57. Шкалы отношений. Шкалы разностей. Абсолютная шкала;
58. О других шкалах.
59. Основные понятия теории расплывчатых множеств;
60. Шкальные средства для ручного измерения линейных размеров и углов
61. Пневматические измерительные приборы для измерения линейных размеров.
62. Индуктивные приборы для измерения линейных размеров.
63. Акустические приборы для измерения толщины стенок.
64. Оптико-механические и оптические приборы
65. Оптические приборы для измерения линейных и угловых отклонений движущихся объектов - лазерные интерферометры
64. Оптикоэлектронное бесконтактное устройство для измерения линейных размеров.
65. Методика измерения геометрических параметров траекторий формообразующих узлов технологического оборудования
66. Простейшие методы проверки плоскостности поверхности;
67. Механические приборы для измерения плоскостности поверхности;
68. Гидростатические приборы для измерения неплоскостности и непрямолинейности;
69. Приборы для измерения некруглости;
70. Измерение параметров круговых траекторий формообразующих узлов технологического оборудования. Стандартная схема измерения точности вращения шпинделя;
71. Измерение параметров круговых траекторий формообразующих узлов технологического оборудования. Способ измерения точности вращения шпинделя с использованием оправки с двумя сферами. Способ измерения точности вращения шпинделя с одновременным измерением траектории в трех точках;
72. Стенд для полной оценки траектории движения переднего конца шпинделя;

Комплект контрольных заданий

Задание N 1

1. Цели и задачи исследования и испытания технологического оборудования. Номенклатура обобщенных показателей качества станков.
2. Подготовительные этапы при разработке методики программного испытания
3. Методы измерений. Метод непосредственной оценки.

4. Какие члены ряда Фурье, полученные при разложении траектории опорной точки, размещенной на шпинделе токарного станка, характеризуют среднюю погрешность и эксцентриситет поперечного сечения обработанной цилиндрической детали.

Задание N 2

1. Основные виды испытания станков по параметру точности.
2. Методы измерения параметров линейных траекторий.
3. Статистическая оценка результатов измерений. Кривая распределения случайной величины.
4. Какие члены ряда Фурье, полученные при разложении траектории опорной точки, размещенной на шпинделе токарного станка, характеризуют овальность и огранку поперечного сечения обработанной цилиндрической детали.

Задание N 3

1. Испытания оборудования на надежность. Диагностика станков.
 2. Принцип действия автоколлиматора.
 3. Нормальное распределение случайной величины. Математическое ожидание.
 4. Схема измерения собственной частоты колебаний шпиндельного узла.
- Информативная значимость полученного частотного спектра собственных колебаний.

Задание N 4

1. Компоненты технологической системы. Выходные параметры компонентов.
2. Принцип действия лазерного интерферометра.
3. Статистические меры рассеяния случайной величины.
4. Экспериментальный способ получения АЧХ коробки скоростей станков.

Задание N 5

1. Опорные точки, их местоположение и число, необходимое для характеристики точности движения формообразующих узлов токарного станка.
2. Измерение кинематической точности станков. Принцип действия кинематомера.
3. Статистическая оценка точности измерений. Критерий Стьюдента.
4. Причины возникновения вынужденных колебаний в шпиндельном узле при его работе. Влияние колебаний на качество обрабатываемых поверхностей.

Задание N 6

1. Опорные точки, их местоположение и число, необходимое для характеристики точности движения формообразующих узлов фрезерного или расточного станков.
2. Нагрузочные устройства для имитации рабочих нагрузок (сил), действующих на узлы станка.
3. Погрешности средств измерений.
4. Влияние радиального биения шпинделя токарного станка на форму поперечного сечения обработанной цилиндрической детали.

Задание N 7

1. Параметры, определяющие положение и форму траекторий опорных точек.
2. Программные нагрузочные устройства для токарных станков.
3. Классификация измерительных приборов.
4. Влияние несоосности осей шпинделя и пиноли задней бабки токарного станка на форму обработанной цилиндрической детали в продольном сечении.

Задание N 8

1. Параметры, отражающие динамические свойства упругой системы станка. Гармонический анализ траекторий с использованием ряда Фурье.
2. Программные нагрузочные устройства для фрезерных и расточных станков.
3. Средства измерения. Измерительные преобразователи.
4. Влияние непараллельности траектории продольного движения суппорта и оси шпинделя на форму обработанной поверхности.

Задание N 9

1. Вычисление приближенных значений коэффициентов ряда Фурье. Методы исследования колебаний в станках, содержащих случайные и непериодические составляющие.
2. Нагрузочные устройства для имитации внешних воздействий.
3. Предварительная статистическая обработка опытных данных. Выявление промахов и грубых ошибок.
4. Какова область состояний, определяющая положение оси шпинделя, за весь период работы станка (с учетом тепловых процессов) и ее составляющие.

Задание N 10

1. Область состояний параметров станков (траекторий оси шпинделя и поступательно движущихся узлов). Области работоспособности.
2. Программное нагружение с применением процесса резания.
3. Понятие о регрессионном анализе. Уравнение регрессии.
4. К каким погрешностям расположения обработанных поверхностей (отверстия) приводит нарушение перпендикулярности оси шпинделя и плоскости стола координатно-расточного станка.

Задание N 11

1. Набор выходных параметров для токарного станка.
2. Основы расчета износа сопряженных поверхностей станков.
3. Регрессионный анализ. Выбор вида модели.
4. Какие погрешности расположения обработанных поверхностей могут возникнуть при обработке с одной установки на фрезерном станке несколько ступенчато расположенных плоскостей. В чем причины их возникновения.

Задание N 12

1. Общие требования к испытаниям станков на точность в соответствии с ГОСТ 8-82Е.
2. Влияние формы изношенной поверхности направляющих на форму траектории опорных точек.
3. Регрессионный анализ. Суть метода наименьших квадратов.
4. Каким параметром может быть оценена точность относительных движений формообразующих узлов станка. В каких случаях этот параметр необходим при оценке качества станка.

Задание N 13

1. Требования к методам проверки и средствам измерения по ГОСТ 22267-76 "Схемы и способы измерений геометрических параметров"
2. Обобщенная структурная схема аналогового измерительного прибора.
3. Регрессионный анализ надежности выбранной модели. Коэффициенты корреляции.
4. Принцип действия инерционного измерительного преобразователя, предназначенного для измерения параметров ускоренного или колебательного движения тел.

Задание N 14

1. Основные недостатки методик типовых испытаний станков по ГОСТ 22267-76.
2. Структурная схема цифрового измерительного прибора (ЦИП).
3. Измерение параметров колебаний. Единицы измерения виброскорости и ускорения.
4. Принцип действия пьезоэлектрического измерительного преобразователя, предназначенного для измерения параметров ускоренного колебательного движения тел.

Задание N 15

1. Основные принципы программного метода испытания станков.
2. Метрологические характеристики средств измерений.
3. Измерение виброакустических сигналов и уровня шума оборудования. Единицы измерения.
4. Диагностирование погрешностей изготовления и сборки коробки скоростей и шпиндельного узла по ее частотному спектру.