

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института кибернетики

Захарова А.А.

«19» 05 2014 г.

**БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА И НАДЕЖНОСТИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

НАПРАВЛЕНИЕ ООП 15.04.05 «Конструкторско-технологическое  
обеспечение машиностроительных производств»

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ «Конструирование, динамика и управление  
технологическим оборудованием»

КВАЛИФИКАЦИЯ «магистр»

БАЗОВЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРИЕМА 2014 г.

КУРС 2 СЕМЕСТР 3

КОЛИЧЕСТВО КРЕДИТОВ 3

Код дисциплины ДИСЦ.Б.МЗ

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения
Лекции, ч	8
Практические занятия, ч	24
Лабораторные занятия, ч	-
Аудиторные занятия, ч	32
Самостоятельная работа, ч	76
ИТОГО, ч	108

Вид промежуточной аттестации зачет

Обеспечивающее подразделение кафедра АРМ ИК

ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ  Буханченко С.Е.

РУКОВОДИТЕЛЬ ООП  Крауиньш П.Я.

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ  Гаврилин А.Н.

2014 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

«Техническое обеспечение качества и надежности технологических систем» формирование знаний и умений реализуемых в процессе исследования и испытания технологических систем и комплексов промышленного оборудования.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Техническое обеспечение качества и надежности технологических систем» относится к циклу Базовая часть. Модуль общепрофессиональных дисциплин;

Она непосредственно связана с дисциплиной профессионального цикла «Контактные явления в соединениях технологических машин»; «Математическое моделирование и компьютерные технологии в машиностроении»; «Методология и экономическое обоснование научных исследований в машиностроении»; «Динамические процессы в технологических машинах» (пререквизит), по результатам освоения которой студент должен:

- **знать:**
  - знать основные положения и понятия о динамических процессах в технологических машинах;
- **уметь:**
  - составлять аналитические обзоры по научно-технической тематике;
  - анализировать существующие и проектировать новые технологические процессы изготовления деталей и сборки машин, проводить исследования по совершенствованию технологических процессов с целью повышения качества изделий, производительности труда;
- **владеть:**
  - владеть современными методами проектирования и управления процессами изготовления деталей и сборки машин
    - опытом использования в ходе проведения исследований научно-технической информации, Internet-ресурсов, баз данных и каталогов, электронных журналов и патентов, поисковых ресурсов способность использовать творческий подход для разработки новых оригинальных идей проектирования системы, приборы и аппаратура контроля технологического оборудования.

Кореквизитами является дисциплины: «Диагностические системы, приборы и аппаратура контроля технологического оборудования», «Датчики контроля состояния технологического оборудования».

## 3. Результаты освоения дисциплины

После изучения данной дисциплины студенты приобретают знания, умения и опыт, соответствующие результатам ООП: **P1, P2, P9**, а именно развивают:

- способность использовать творческий подход для разработки новых оригинальных идей проектирования систем управления качеством производства, с использованием передовых технологий;

- способность консультировать по вопросам проектирования конкурентоспособной продукции.
- способность эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций;
- готовность следовать кодексу профессиональной этики, ответственности и нормам инженерной деятельности.
- См. табл.1

• табл. 1

Результаты обучения (компетенции)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
P1	31.5 31.17	структурный подход к проектированию, изготовлению, эксплуатации и переработки машиностроительных изделий методы решения научных и технических проблем в машиностроении; современные физико-математические методы, применяемые в инженерной и исследовательской практике;	У1.6 У1.1 0	применять методы организации научного труда при выполнении исследований, оценки научной деятельности ученых и коллектива исполнителей, сравнительного анализа уровня знаний; использовать пакеты прикладных программ и компьютерной графики, при решении инженерных и исследовательских задач;	B1.4 B1.8	навыками решения научных, технических, организационных и экономических проблем конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств навыками построения моделей и решения конкретных задач в области машиностроительных производств, их конструкторско-технологического обеспечения;
P2	31.13	методику сравнительного анализа различных уровней научных знаний (базовый, новый, фактический, производственно-прикладной);	У1.4	применять методы решения научных, технических, организационных проблем конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств;	B1.4	навыками решения научных, технических, организационных и экономических проблем конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств
P9	3.2.5 3.2.6	методический подход и процедура, необходимые для разработки систем диагностики технологических систем; структуру и состав обеспечивающий части, технологические алгоритмы систем диагностики;	У2.4 У2.5	рассчитывать основные количественные показатели надежности технологических систем и их элементов; выполнять исследования, необходимые для разработки систем диагностики, составить алгоритмы диагностирования состояния элементов технологических систем;	B2.8 B2.7	навыками проектирования и расчета систем инструментального обеспечения машиностроительных производств и их подсистем; навыками разработки систем диагностики технологических систем и их элементов

В результате освоения дисциплины студентом должны быть достигнуты следующие результаты (табл. 2).

• Таблица 2

• Планируемые результаты освоения дисциплины

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	
РД1	Методики проведения диагностики технологических систем; Аппаратуру и устройства для проведения испытаний	
РД2	Производить диагностирование технологических систем и их элементов. Пользоваться приборами, устройствами и прикладными программами для диагностики технологических систем.	
РД3	Навыками работы с аппаратурой прикладными программами, и устройствами для диагностики технологических систем.	

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1. Содержание разделов дисциплины:

1. Введение. Основные положения курса. Основные термины и определения. Причины снижения качества и надежности технологических систем (ТС) на уровне станка, приспособления, инструмента, заготовки и в ходе техпроцесса. Анализ и методы определения неисправностей.

Этапы проведения испытаний:

выявление диагностируемых параметров для данного элемента ТС; выбор средств измерения (контроля); методика обработки полученных результатов (набор статистических данных); локализация неисправности; составление дефектационной ведомости; назначение мероприятий по устранению неисправности.

2. Типы испытаний технологического оборудования.

Виды диагностики (испытаний) технологического оборудования:

проверка геометрической точности станков; проверка кинематической точности станков; проверка жесткости несущих элементов станка; виброакустическая диагностика оборудования. Измерительные приборы и методика для проведения вышеперечисленных испытаний.

3. Виброакустическая диагностика технологических машин особенности проведения виброакустических методов испытаний. Оборудование, датчики, алгоритм обработки данных;

- данные о дефектах в узлах машин, получаемые по анализу спектра колебаний (виброперемещения, виброскорости, виброускорения);
- диагностические параметры (признаки). Амплитудный спектр. Энергетический спектр. Параметры автокорреляционной функции. Спектр огибающей. Капстрем диагностического сигнала. Фликер-шумы. Акустическая эмиссия;
- акустический канал и его основные свойства. Выбор места установки вибропреобразователя;

- современные методики обработки виброакустического сигнала (ВАСТ, ДИАМЕХ 2000, КРОПУС).

#### 4. Методы и устройства для снижения уровня вибраций в ТС.

- конструкционные методы снижения уровня вибраций в ТС и повышения жесткости демпфирующих свойств в элементах ТС:  
Динамические виброгасители;  
Виброгасители трения;  
Виброгасители ударного типа;  
Виброгасящие опоры и фундаменты.
- технологические методы снижения уровня вибраций в ТС:  
Снижение уровня вибраций путем оптимизации геометрии обрабатываемого инструмента;  
Снижение уровня вибраций путем оптимизации режимов механообработки.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

1. Испытание станка 65Ф5 на геометрическую точность и методы ее повышения.
2. Испытание станка 1К62 на жесткость и методы ее повышения.
7. Исследование 1К62 на кинематическую точность и методы ее повышения.
3. Виброакустические методы исследования технологических машин и приборы для проведения этих исследований.
4. Программное обеспечение и аппаратура для проведения виброакустических исследований машин и их узлов.
5. Конструкционные методы снижения уровня вибраций в ТС и повышения жесткости демпфирующих свойств в элементах ТС.
6. Технологические методы снижения уровня вибраций в ТС.

4.2. Структура дисциплины по видам учебной деятельности (лекция, лабораторная работа, практическое занятие, семинар, коллоквиум, курсовой проект и др.) с указанием временного ресурса в часах приведена в таблице 1.

Таблица 3.

*Структура дисциплины  
по разделам и формам организации обучения*

Название раздела	Аудиторная работа (час)			СРС (час)	Колл, Контр.Р.	Итого
	Лекции	Практ. занятия сем.	Лаб. зан.			
1. Введение. Основные положения курса. Основные термины и определения. Причины снижения качества и надежности технологических систем (ТС) на уровне станка, приспособления, инструмента, заготовки и в ходе техпроцесса. Анализ и	2	2		16		

Название раздела	Аудиторная работа (час)			СРС (час)	Колл, Контр.Р.	Итого
	Лекции	Практ. занятия сем.	Лаб. зан.			
методы определения неисправностей. Этапы проведения испытаний: выявление диагностируемых параметров для данного элемента ТС; выбор средств измерения (контроля); методика обработки полученных результатов (набор статистических данных); локализация неисправности; составление дефектационной ведомости; назначение мероприятий по устранению неисправности						
2.Виды диагностики проверка геометрической точности станков; проверка кинематической точности станков; проверка жесткости несущих элементов станка; виброакустическая диагностика оборудования. Измерительные приборы и методика для проведения вышеперечисленных испытаний.	2	4		20		
3.Виброакустическая диагностика технологических машин. особенности проведения виброакустических методов испытаний.Оборудование, датчики, алгоритм обработки данных; данные о дефектах в узлах машин, получаемые по анализу спектра колебаний (виброперемещения, виброскорости, виброускорения); диагностические параметры (признаки).Амплитудный спектр. Энергетический спектр. Параметры автокорреляционной функции. Спектр огибающей. Капструм диагностического сигнала. Фликер-шумы. Акустическая эмиссия;акустический канал и его основные свойства. Выбор места установки вибропреобразователя; современные методики обработки виброакустического сигнала (ДИАМEX 2000,ВАСТ, ТСТ, КРОПУС).	2	6		20		
4. Методы и устройства для снижения уровня вибраций в ТС - конструкционные методы снижения уровня вибраций в ТС и повышения жесткости демпфирующих свойств в элементах ТС: Динамические виброгасители; Виброгасители трения; Виброгасители ударного типа; Виброгасящие опоры и фундаменты. - технологические методы снижения уровня вибраций в ТС: Снижение уровня вибраций путем оптимизации геометрии обрабатываемого	2	6		40		

Название раздела	Аудиторная работа (час)			СРС (час)	Колл, Контр.Р.	Итого
	Лекции	Практ. занятия сем.	Лаб. зан.			
инструмента; Снижение уровня вибраций путем оптимизации режимов механообработки.						
Итого	8	24		76		108

## 5. Образовательные технологии

Методы и формы организации обучения отражены в таблице 2.

Таблица 4

### Методы и формы организации обучения (ФОО)

Методы \ ФОО	Лекц.	Лаб. раб.	Пр. зан./ Сем.,	Гр*, Мк**	СРС	К. пр.
IT-методы	+		+		+	
Работа в команде			+		+	
Case-study						
Игра						
Методы проблемного обучения.	+		+		+	
Обучение на основе опыта	+		+		+	
Опережающая самостоятельная работа			+		+	+
Проектный метод	+		+		+	
Поисковый метод			+		+	+
Исследовательский метод			+		+	
Другие методы						

\* - Тренинг, \*\* - Мастер-класс

## 6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Характеристика всех видов и форм самостоятельной работы студентов, включая текущую и творческую/исследовательскую деятельность студентов:

**6.1. Текущая СРС**, направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений.

Закрепление знаний по лекционному материалу практическим, лабораторным занятиям – 36 часов.

**6.2. Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа**



(ТСР), ориентирована на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных (общекультурных) и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов, включает поиск, анализ и структурирование информации по дисциплине «Надежность и диагностика технологических систем»

### **6.3. Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине:**

*Примеры тем, выносимых на самостоятельную проработку:*

- особенности проведения виброакустических методов испытаний. Оборудование, датчики, алгоритм обработки данных;
- данные о дефектах в узлах машин, получаемые по анализу спектра колебаний (виброперемещения, виброскорости, виброускорения);
- диагностические параметры (признаки). Амплитудный спектр. Энергетический спектр. Параметры автокорреляционной функции. Спектр огибающей. Капстрем диагностического сигнала. Фликер-шумы. Акустическая эмиссия;

### **6.4. Контроль самостоятельной работы**

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей.

Оценка самостоятельной работы студента производится по результатам ответов на вопросы текущего и итогового контроля.

### **6.5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов:**

1. Литературный фонд НТБ ТПУ.
2. *Intranet*-ресурсы:

См. персональный сайт Гаврилин А.Н.

## **7. Средства (ФОС) текущей и итоговой оценки качества освоения дисциплины**

Таблица 5

<b>Контролирующие мероприятия</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине</b>
Выполнение практических заданий, презентации по тематике исследований во время проведения конференц-недели	РД1
Выполнение практических заданий, презентации по тематике исследований во время проведения конференц-недели, зачет	РД2
Выполнение практических заданий, презентации по тематике исследований во время проведения конференц-недели, зачет	РД3

Оценка текущей успеваемости и промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины, в том числе перечень вопросов, ответы на которые, дают возможность студенту продемонстрировать, а преподавателю оценить степень усвоения теоретических и фактических знаний на уровне

знакомства; заданий, позволяющих оценить приобретенные студентами практические умения на репродуктивном уровне; задач для оценки приобретенных студентами когнитивных умений на продуктивном уровне; проблем, позволяющих оценить профессиональные и универсальные (общекультурные) компетенции студентов.

**Текущий контроль освоения дисциплины «Техническое обеспечение качества и надежности технологических систем»** в виде 2<sup>x</sup> контрольных точек в течение семестра

Контрольные вопросы для текущего контроля, например:

1. В чём отличие методов функциональной и тестовой диагностики технологических машин.
2. Причины неинвариантности (неоднозначности) получаемых при диагностике машин данных.
3. Порядок (алгоритм) последовательности этапов диагностирования машин: рассмотреть каждый пункт и привести примеры:
  - а) выявление диагностируемых параметров;
  - б) выбор средств измерения диагностируемых параметров;
  - в) методика обработки полученных при диагностике данных (набор статистики);
  - г) локализация неисправности;
  - д) назначение мероприятий по устранению неисправностей.
6. Методика и инструменты для проверки геометрической точности:
  - а) токарного станка;
  - б) фрезерного станка;
  - в) сверлильного станка;
  - г) плоскошлифовального станка.
7. Методика и устройства проверки кинематической точности:
  - а) токарного станка;
  - б) зубофрезерного станка.
8. Какой вид геометрической погрешности обработанной детали может проявляться при:
  - а) непараллельности оси шпинделя токарного станка и направляющих станины;
  - б) несоосности передней и задней бабки;
  - в) повышенном торцевом биении шпинделя токарного станка;
  - г) повышенном радиальном биении шпинделя токарного станка.
9. Какой вид геометрической погрешности обработанной детали может проявляться при:
  - а) повышенном износе направляющих фрезерного станка;
  - б) неперпендикулярности оси шпинделя и плоскости стола сверлильного станка.
10. Какие последствия возникают в случае использования деталей изготовленных на станке с низкой кинематической точности:
  - а) токарно – винторезном на примере соединения винт – гайка;

б) зубофрезерном (зубострогальном) на примере двух и более зубчатых колес находящихся в зацеплении.

11.Методика, измерительные устройства и аппаратура для проведения испытаний станков на жесткость:

а) токарного станка;

б) фрезерного станка.

12.Метод функционального и тестового контроля жесткости токарного станка (производственный и лабораторный метод). Привести пример.

13.Какие погрешности обработки проявляются при недостаточной жесткости станка. Привести пример:

а) токарного станка;

б) фрезерного станка;

в) сверлильного станка.

16.Какие параметры вибрации измеряются при виброакустических методах диагностики машин?

14.Каков основной алгоритм обработки данных при вибродиагностике при помощи:

а) амплитудного спектра;

б) огибающей спектра;

в) энергетического спектра;

г) по параметрам автокорреляционной функции (АКФ).

15.Акустический канал и его основные свойства. Выбор места установки вибродатчиков при измерении вибрации механизмов.

16.Современная аппаратура и методика для обработки виброакустического сигнала (ДИМЕХ 2000, ВАСТ, КРОПУС).

17.Датчики применяемые при вибродиагностике машин.

18. Методы и устройства для снижения уровня вибраций в ТС .

19. Конструкционные методы снижения уровня вибраций в ТС и повышения жесткости демпфирующих свойств в элементах ТС.

20. Динамические виброгасители;

21.Виброгасители трения;

22. Виброгасители ударного типа;

23.Виброгасящие опоры и фундаменты.

24. Технологические методы снижения уровня вибраций в ТС.

25.Снижение уровня вибраций путем оптимизации геометрии обрабатываемого инструмента;

26.Снижение уровня вибраций путем оптимизации режимов механообработки.

## **8. Рейтинг качества освоения дисциплины**

Оценка успеваемости студентов в семестре и рейтинг промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины. В соответствии с рейтинговой системой текущий контроль производится ежемесячно в течение семестра путем балльной оценки качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы) и результатов практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем).

Промежуточная аттестация (экзамен, зачет) производится в конце семестра также путем балльной оценки. Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов текущей оценки в течение семестра и баллов промежуточной аттестации в конце семестра по результатам экзамена или зачета. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам (60 – текущая оценка в семестре, 40 – промежуточная аттестация в конце семестра).

## **9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **Основная:**

1. Диагностика технологических систем: учебное пособие Ч-1, Ч-2;/ А. Н. Гаврилин, Б. Б. Мойзес; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ)
2. Надёжность и диагностика технологических систем: Учебник/В.А. Синопальников, С.Н. Григорьев. – М.: Высш. шк., 2005. – 343 с.: ил.
3. Металлорежущие станки : учеб. : в 2 т. / под ред. В. В. Бушуева. — Москва: Машиностроение, 2011. — 608 с.: ил.: 24 см

### **Дополнительная литература:**

1. ГМС, ПР, РТК «Контроль и диагностика в ГПС». Под ред. Черпакова Б.И.
2. Техническая диагностика гидравлических приводов / Т. В. Алексеева, В. Д. Бабанская, Т. М. Башта; под ред. Т. М. Башты. — Москва: Машиностроение, 1989. — 263 с.: ил. — Авт. указаны на обороте тит. л. — Библиогр.: с. 259-262 (93 назв.). — ISBN 5-217-00489-4.
3. Приборы и системы для измерения вибраций, шума, удара. Справочник под ред. Клюева В.В. – М.: Машиностроение, 1978.
4. Вибрации в технике. Т.1 – Т.6. – М.: машиностроение, 1980.
5. Васильев В.С. и др. Эксплуатационные исследования надежности и эффективности использования оборудования ГПС: Метод рекомендации. – М.: ВНИИМАШ, 1985.

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению и профилю подготовки: 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», профиль подготовки «Конструирование, динамика и управление технологическим оборудованием»

Программа одобрена на заседании кафедры автоматизации и роботизации в машиностроении Института кибернетики

протоколом № \_\_322\_\_ от «\_9\_» \_\_9\_\_ 2014 г.

Автор,

к.т.н., доцент \_\_\_\_\_

Гаврилин А.Н.