

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА» (НГТУ)**

---

---

**Институт промышленных технологий машиностроения (ИПТМ)**

---

**УТВЕРЖДАЮ:**

**Директор института:**

**Манцеров С.А.**

**подпись**

**ФИО**

**“06” июня 2023 г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ОД.4 Динамические процессы при обработке резанием**  
**для подготовки магистров**

Направление подготовки: 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Направленность: Технология машиностроения

Форма обучения: очная, очно-заочная

Год начала подготовки 2022, 2023

Выпускающая кафедра ТиОМ

Кафедра-разработчик ТиОМ

Объем дисциплины 180/5  
часов/з.е

Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик: Кабалдин Ю.Г., доктор технических наук, профессор

**Нижний Новгород  
2023**

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ

от 17.08.2020 № 1045

на основании учебных планов принятых УМС НГТУ:

год начала подготовки	очная форма обучения	очно-заочная форма обучения
2022	№ 15 от 14.04.2022	№ 15 от 14.04.2022
2023	№11 от 14.03.2023	№15 от 28.03.2023

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры разработчика программы протокол от 25.05.2023 № 6

Зав. кафедрой к.т.н., доцент, Лаптев И.Л. \_\_\_\_\_

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института, где реализуется данная программа, Протокол от 06.06.2023 № 12

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 15.04.05-т-17  
Начальник МО \_\_\_\_\_

Заведующая отделом комплектования НТБ \_\_\_\_\_

(подпись)

# Оглавление

<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
1.1.    Цель освоения дисциплины:.....	4
1.2.    Задачи освоения дисциплины (модуля): .....	4
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>4</b>
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....</b>	<b>4</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
4.1.    Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам .....	5
4.2.    Содержание дисциплины, структурированное по темам .....	6
<b>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ....</b>	<b>13</b>
5.1.    Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.....	13
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>13</b>
6.1.    Учебная литература.....	15
<b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>13</b>
7.1.    Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" .....	15
7.2.    Перечень информационных справочных систем .....	15
<b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....</b>	<b>14</b>
<b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>16</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>17</b>
10.1.    Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии .....	17
10.2.    Методические указания для занятий лекционного типа <sup>16</sup> <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>	
10.3.    Методические указания по самостоятельной работе обучающихся .....	18
<b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>18</b>
11.1.    Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости .....	18
11.1.1.    Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета.....	19
11.1.2.    Типовые тестовые задания для текущего контроля.....	18

## **1.1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цель освоения дисциплины:**

Изучить динамические процессы, возникающие в системе СПИД (станок, приспособление, режущий инструмент, обрабатываемая деталь) при обработке резанием.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины:**

- научиться анализировать и оценивать динамическое качество процесса формообразования;
- освоить конструирование и расчет основных узлов и элементов технологического оборудования с применением ЭВМ на базе привлечения современного программного продукта;
- ознакомиться с типовыми математическими моделями, позволяющими на их основе проводить динамическое исследование механизмов технологических машин, а также с принципами построения моделей и способами математического описания.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина «Динамические процессы при обработке резанием» включена в перечень дисциплин в рамках вариативной части Блока 1 (Б1.В.ОД.4), установленного ФГОС ВО.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: Современные проблемы машиностроительных производств, Надежность и диагностика технологических систем, Моделирование технологических процессов, Методы искусственного интеллекта в конструировании и технологии машиностроения, а также практиках: Научно-исследовательская практика, Технологическая (проектно-технологическая) практика.

Дисциплина «Динамические процессы при обработке резанием» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Планирование эксперимента и обработка данных, Преддипломная практика и Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Таблица 1 – Формирование компетенций дисциплинами  
Очной формы обучения

Наименование дисциплин, формирующих компетенции совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки магистра			
	1	2	3	4
Современные проблемы машиностроительных производств (ПК-1)				
Надежность и диагностика технологических систем (ПК-1)				
Планирование эксперимента и обработка данных (ПК-1)				
Динамические процессы при обработке резанием (ПК-1)				
Моделирование технологических процессов (ПК-1)				

Технологическая (проектно-технологическая) практика (ПК-1)				
Преддипломная практика (ПК-1)				
Методы искусственного интеллекта в конструировании и технологии машиностроения (ПК-1)				
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-1)				

Таблица 1.1 – Формирование компетенций дисциплинами очно-заочной формы обучения

Наименование дисциплин, формирующих компетенции совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки магистра				
	1	2	3	4	5
Современные проблемы машиностроительных производств (ПК-1)					
Надежность и диагностика технологических систем (ПК-1)					
Планирование эксперимента и обработка данных (ПК-1)					
Динамические процессы при обработке резанием (ПК-1)					
Моделирование технологических процессов (ПК-1)					
Технологическая (проектно-технологическая) практика (ПК-1)					
Преддипломная практика (ПК-1)					
Методы искусственного интеллекта в конструировании и технологии машиностроения (ПК-1)					
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-1)					

ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Код ПС и ТФ	Квалификационные требования к выбранной ТФ	Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПК-1. Способен проводить работы по сбору, изучению и обработке научно-технической информации и результатов исследований, по разработке математических моделей, выполнять расчетные и экспериментальные исследования	ИПК-1.6. Применяет аппарат динамического анализа оборудования, определения динамических характеристик оборудования.	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать и оценивать динамическое качество процесса формообразования.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками конструирования и расчета основных узлов и элементов технологического оборудования с применением ЭВМ на базе привлечения современного программного продукта;</li> <li>- навыками разработки математических моделей поведения объектов проектирования в условиях изменения внешних факторов.</li> </ul> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- типовые математические модели, позволяющие на их основе проводить динамическое исследование механизмов технологических машин;</li> <li>- принципы построения моделей, способы математического описания;</li> </ul>	40.011 В/02.6	<p><u>Трудовые действия:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Осуществление теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений.</li> </ul> <p><u>Трудовые умения:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний.</li> </ul> <p><u>Трудовые знания:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Деятельность, направленная на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач.</li> </ul>	Блиц-опрос	Вопросы для устного собеседования: билеты

## **4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач. ед. 180 часов, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в 4 семестре у очной и очно-заочной форм обучения

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Трудоёмкость в час</b>	
	<b>Очная форма обучения</b>	<b>Очно-заочная форма обучения</b>
<b>Формат изучения дисциплины</b>		с использованием элементов электронного обучения
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>72</b>	<b>57</b>
<b>1.1.Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>66</b>	<b>51</b>
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	22	17
занятия лекционного типа	22	17
лабораторные занятия	22	17
<b>1.2.Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
контактная работа на промежуточном контроле (КСР)	6	6
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>72</b>	<b>87</b>
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	72	87
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>	<b>36</b>	<b>36</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)		
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)						
<b>4 семестр</b>											
ПК-1	<b>Раздел 1.</b> Основные положения нелинейной динамики, фрактальный анализ аттракторов систем										
	<b>Тема 1.1.</b> Базовые понятия и определения нелинейной динамики	2	4	2	6	Подготовка к лекциям, лабораторным работам и практическим занятиям [1, гл. 1]	Презентация				
	<b>Тема 1.2.</b> Разработка методики моделирования процессов механообработки по временным рядам	2	4	2	6		Презентация				
	<b>Тема 1.3.</b> Программная реализация разработанной методики моделирования	2		2	6		Презентация				
	<b>Тема 1.4.</b> Фрактальный анализ и локальное исследование аттракторов динамических систем	2		2	6		Презентация				
	<b>Всего по разделу 1</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>24</b>						
		<b>Раздел 2.</b> Управление динамическими процессами в киберфизических системах при резании на основе нелинейной динамики, искусственного интеллекта и облачных технологий									
		<b>Тема 2.1.</b> Разработка методики исследования моделируемого процесса	2	8	2	6	Подготовка к лекциям, лабораторным работам и практическим занятиям [1, гл. 2]	Презентация			
		<b>Тема 2.2.</b> Исследование динамики упругой системы	2		2	6	Подготовка к лекциям и	Презентация			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)				
	станка в зависимости от износа инструмента. Определение сценария развития хаотичности					практическим занятиям [1, гл. 2]			
	<b>Тема 2.3.</b> Разработка метода оценки устойчивости упругой системы станка по чувствительности к изменению входных данных	2		2	6		Презентация		
	<b>Тема 2.4.</b> Применение искусственных нейронных сетей в моделировании процессов механической обработки	2		2	6		Презентация		
	<b>Всего по разделу 2</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>24</b>				
	<b>Раздел 3.</b> Управление кибер-физическими системами при высокоскоростной механообработке на основе искусственного и теллекта								
	<b>Тема 3.1.</b> Основные проблемы высокоскоростной обработки деталей. Пути решения проблемы составления управляемых программ ЧПУ при высокоскоростной обработке	2		2	8	Подготовка к лекциям и практическим занятиям [1, гл. 3]	Презентация		
	<b>Тема 3.2.</b> Оптимизация траектории движения инструмента на станках с ЧПУ на основе нелинейной динамики. Динамический паспорт станка для операций высокоскоростной обработки	2	6	2	8	Подготовка к лекциям, лабораторным работам и практическим занятиям [1, гл. 3]	Презентация		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)				
	<b>Тема 3.3.</b> Расширение возможностей САМ-системы NX с помощью клеточных нейронных сетей и алгоритмов нелинейной динамики	2		2	8	Подготовка к лекциям и практическим занятиям [1, гл. 3]	Презентация		
	<b>Всего по разделу 3</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>24</b>				
	<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>				<b>36</b>				
	<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>72</b>				
	<b>ИТОГО ЗА КУРС</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>72</b>				

Таблица 4.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очно-заочного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)				
<b>4 семестр</b>									
ПК-1	<b>Раздел 1.</b> Основные положения нелинейной динамики, фрактальный анализ аттракторов систем								
	<b>Тема 1.1.</b> Базовые понятия и определения нелинейной динамики	1	4	1	7	Подготовка к лекциям, лабораторным работам и практическим занятиям [1, гл. 1]	Презентация		
	<b>Тема 1.2.</b> Разработка методики моделирования процессов механообработки по	1	4	1	8		Презентация		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)	
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)					
	временным рядам									
	<b>Тема 1.3.</b> Программная реализация разработанной методики моделирования	2		2	8	Подготовка к лекциям и практическим занятиям [1, гл. 1]	Презентация			
	<b>Тема 1.4.</b> Фрактальный анализ и локальное исследование атTRACTоров динамических систем	2		2	8		Презентация			
	<b>Всего по разделу 1</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>31</b>					
	<b>Раздел 2.</b> Управление динамическими процессами в киберфизических системах при резании на основе нелинейной динамики, искусственного интеллекта и облачных технологий									
	<b>Тема 2.1.</b> Разработка методики исследования моделируемого процесса	1	4	1	8		Подготовка к лекциям, лабораторным работам и практическим занятиям [1, гл. 2]	Презентация		
	<b>Тема 2.2.</b> Исследование динамики упругой системы станка в зависимости от износа инструмента. Определение сценария развития хаотичности	1		1	8		Подготовка к лекциям и практическим занятиям [1, гл. 2]	Презентация		
	<b>Тема 2.3.</b> Разработка метода оценки устойчивости упругой системы станка по чувствительности к изменению входных данных	2		2	8			Презентация		
	<b>Тема 2.4.</b> Применение искусственных нейронных сетей в моделировании процессов механической	2		2	8			Презентация		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)				
обратки									
<b>Всего по разделу 2</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>32</b>					
Раздел 3. Управление кибер-физическими системами при высокоскоростной механообработке на основе искусственного и теллекта									
<b>Тема 3.1.</b> Основные проблемы высокоскоростной обработки деталей. Пути решения проблемы составления управляющих программ ЧПУ при высокоскоростной обработке					8	Самостоятельное освоение темы [1, гл. 3]	Презентация		
<b>Тема 3.2.</b> Оптимизация траектории движения инструмента на станках с ЧПУ на основе нелинейной динамики. Динамический паспорт станка для операций высокоскоростной обработки	3	5	3	8	Подготовка к лекциям, лабораторным работам и практическим занятиям [1, гл. 3]	Презентация			
<b>Тема 3.3.</b> Расширение возможностей CAM-системы NX с помощью клеточных нейронных сетей и алгоритмов нелинейной динамики	2		2	8	Подготовка к лекциям и практическим занятиям [1, гл. 3]	Презентация			
<b>Всего по разделу 3</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>24</b>					
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>					36				
<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>87</b>					
<b>ИТОГО ЗА КУРС</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>87</b>					

## **5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.**

**5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

Перечень вопросов для промежуточного контроля:

1. От чего зависит степень деформации срезаемого слоя?
2. Автоколебания при резании. Причины возникновения. Чем обусловлены?
3. Как определяется амплитуда  $h$  волны деформации?
4. Спектральный анализ сигнала ВАЭ. Определение. Применение в машиностроении.
5. Угол сдвига  $\beta^\circ$ . На что влияет? Изобразить на схеме. Как связан с коэффициентом усадки стружки  $K_a$ ?
6. Какие процессы влияют на амплитуду колебаний при резании?
7. АтTRACTоры. Определение. Применение при изучении динамических процессов.
8. Основные принципы синергетического подхода к процессам механообработки.
9. Влияние геометрии инструмента и режимов резания на автоколебания при резании.
10. Влияние СОТС и износостойких покрытий на интенсивность автоколебаний.
11. Что изучает нелинейная динамика?
12. Чем отличаются консервативные динамические системы от неконсервативных и диссипативных?
13. Какие существуют наиболее важные качественные характеристики динамических систем?
14. Энтропия. Определение. Как рассчитывается?

Таблица 5 – Оценивание при текущем контроле и оценке выполнения практических работ

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Текущий контроль</b>	<b>Зачет</b>
40< $R$ <=50	Отлично	зачет
30< $R$ <=40	Хорошо	
20< $R$ <=30	Удовлетворительно	
0< $R$ <=20	Неудовлетворительно	

Таблица 6 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не засчитено» 0-49% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «засчитено» 50-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «засчитено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «засчитено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПК-1. Способен проводить работы по сбору, изучению и обработке научно-технической информации и результатов исследований, по разработке математических моделей, выполнять расчетные и экспериментальные исследования	ИПК-1.6. Применяет аппарат динамического анализа оборудования, определения динамических характеристик оборудования.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не усвоены основные закономерности и правила метрологического обеспечения производства, непонимание их использования в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания по видам, методам и особенностям метрологического обеспечения производства. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании результатов и их решений	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи профессиональной деятельности, имеет навык в постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Электронный адрес кафедры ТиОМ [kpmis@nntu.ru](mailto:kpmis@nntu.ru)

Для самостоятельного изучения теоретической части курса, подготовки к практическим занятиям на кафедре ТиОМ и в научно-технической библиотеке (<https://library.nntu.ru/megapro/web>) имеются:

### **6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда**

Таблица 7 – Перечень учебной литературы

№ р-ла	Наименование учебно-методического обеспечения
1	1. Кабалдин Ю.Г. Искусственный интеллект, интернет вещей, облачные технологии и цифровые двойники в современном механообрабатывающем производстве : Монография / Кабалдин Ю.Г., Шатагин Д.А., Колчин П.В., Аносов М.С.; под ред. Ю.Г. Кабалдина; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2019. – 196 с.
2	2. Жарков И.Г. Вибрации при обработке лезвийным инструментом. -Л.: Машиностроение, 1986. – 184 с.
3	3. Потемкин, В. С. Нейронные сети. MATLAB 6 / В.С. Потемкин, В.Г. Потемкин – М.: Диалог-МИФИ, 2002. – 489 с
4	4. Паус, А.С. Тенденции развития облачных технологий на российском рынке / А.С. Паус, О.А. Целовальникова. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана. – №17. – 2014. – 486 с.
5	5. Балакшин, Б.С. Адаптивное управление станками / Б.С. Балакшин – М.: Машиностроение, 1973. – 668 с. 6. Кольцов, А.Г. Управление станками и станочными комплексами / А.Г. Кольцов – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2007. – 56 с. 7. Фомин, В. Н. Адаптивное управление динамическими объектами / В.Н. Фомин, А.Л. Фрадков, В.Н. Якубович – М.: Наука, 1981. – 448 с.

## **7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Ресурсы системы федеральных образовательных порталов:

1. Федеральный портал. Российское образование, <http://www.edu.ru/>
2. Российский образовательный портал, <http://www.school.edu.ru/default.asp>

Научно-техническая библиотека НГТУ

<https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/nauchno-tehnicheskaya-biblioteka/resursy>

ЭК книг и периодических изданий

<https://library.nntu.ru/megapro/web>

Библиотека электронных учебников

<http://fdp.nntu.ru/книжная-полка/>

Реферативные журналы

[https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/library/resurvsy/ref\\_gyrnal\\_16.pdf](https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/library/resurvsy/ref_gyrnal_16.pdf)

### **7.2.Перечень информационных справочных систем**

Таблица 8 – Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 9 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 9 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения

В таблице 10 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 10 – Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№ п\п	Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с учебным планом	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Основы научных исследований	1) № 4102 (Лаборатория резания материалов) учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, г. Нижний Новгород, ул. Минина, д. 28в	1) Столы, стулья на 30 чел. Аудиторная доска для мела. 2) Проектор, экран, компьютер/ноутбук 3) Microsoft Office 2007 стандартный (Word, Power Point, Access, Excel), T-Flex Docs 7x (лиц. № Б00001494)

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ по освоению дисциплины

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее – ЭИОС).

При преподавании дисциплины «Динамические процессы при обработке резанием», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

На практических занятиях приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе подробно разбираются на практических занятиях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч с студентами, так и современных информационных технологий: электронная почта, Skype, Zoom.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена (4 семестр магистратуры) с учетом текущей успеваемости.

#### 10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

#### 10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных и практических работах

Подготовку к каждой лабораторной и практической работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа оформляется отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных и практических работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

#### 10.3. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на аудиторных занятиях и других формах текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов практических занятий по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в **Разделе 6**.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере. Через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» можно воспользоваться ресурсами электронной информационно-образовательной среды университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системы (ЭБС), где в электронном виде размещены учебные и учебно-методические материалы.

## 11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая:

- отчет по практическим работам;

- отчет по лабораторным работам;
- ответ на вопросы преподавателя по темам курса

### 11.1.1. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета

#### **Вопросы к зачету, проводимому в третьем семестре**

Перед экзаменом преподаватель выдает каждому студенту билет с теоретическими вопросами.

#### **Образец билета:**

1. Влияние геометрии инструмента и режимов резания на автоколебания при резании.
2. Угол сдвига  $\beta^\circ$ . На что влияет? Изобразить на схеме. Как связан с коэффициентом усадки стружки  $K_a$ ?

Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену (ПК-1; ИПК-1.6) :

1. От чего зависит степень деформации срезаемого слоя?
2. Автоколебания при резании. Причины возникновения. Чем обусловлены?
3. Как определяется амплитуда  $h$  волны деформации?
4. Спектральный анализ сигнала ВАЭ. Определение. Применение в машиностроении.
5. Угол сдвига  $\beta^\circ$ . На что влияет? Изобразить на схеме. Как связан с коэффициентом усадки стружки  $K_a$ ?
6. Какие процессы влияют на амплитуду колебаний при резании?
7. АтTRACTоры. Определение. Применение при изучении динамических процессов.
8. Основные принципы синергетического подхода к процессам механообработки.
9. Влияние геометрии инструмента и режимов резания на автоколебания при резании.
10. Влияние СОТС и износостойких покрытий на интенсивность автоколебаний.
11. Что изучает нелинейная динамика?
12. Чем отличаются консервативные динамические системы от неконсервативных и диссипативных?
13. Какие существуют наиболее важные количественные характеристики динамических систем?
14. Энтропия. Определение. Как рассчитывается?

#### **Регламент проведения текущего контроля в форме компьютерного тестирования**

Для проведения текущего контроля студенту выдается одна из тем курса для выполнения реферата и презентации для доклада.

Также студент в ходе выполнения практических и лабораторных работ отвечает на вопросы по тематике курса.