

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_ Знаменский Е.А.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ВИБРАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Направление/специальность подготовки	15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
Специализация/профиль/программа подготовки	Технология машиностроения
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	8	4	144	52	13	13	26	92	0	0	92	диф. зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств**

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра **Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО** \_\_\_\_\_  
**ВООРУЖЕНИЯ**

Петров Владимир Маркович, д.т.н., профессор, профессор

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО  
ВООРУЖЕНИЯ**

Заведующий кафедрой Федосов А.В., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ**

Заведующий кафедрой Федосов А.В., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ВИБРАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

## **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1.1 — Способен осуществлять технологическую подготовку производства машиностроительных изделий низкой сложности

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПК-1.1**

*знания:*

- признаки подбора технологических процессов изготовления машиностроительных изделий низкой сложности;
- основные критерии качественной оценки технологичности конструкции машиностроительных изделий;
- типовые технологические процессы изготовления машиностроительных изделий низкой сложности;

*умения:*

- составлять межцеховые технологические маршруты на составные части машиностроительных изделий низкой сложности;
- выявлять несоответствие проектной документации установленным технологическим нормам и требованиям;
- разрабатывать предложения по изменению проектной документации на машиностроительные изделия низкой сложности с целью повышения технологичности их конструкции;

*навыки:*

- оценка возможности достижения показателей технологичности машиностроительных изделий низкой сложности, указанных в техническом задании на машиностроительные изделия;
- консультирование конструкторов по вопросам технологичности при разработке проектной КД на машиностроительные изделия низкой сложности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ВИБРАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА, ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ, СТАНОЧНЫЙ ПРАКТИКУМ, ДЕТАЛИ МАШИН И ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ, РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ, РЕЗАНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ, ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-3 — Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование
- ОПК-5 — Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда
- ОПК-7 — Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью
- ОПК-8 — Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа
- ОПК-9 — Способен участвовать в разработке проектов изделий машиностроения
- ПК-1.1 — Способен осуществлять технологическую подготовку производства машиностроительных изделий низкой сложности

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПК-1.1
4	8	<b>Раздел 1. Основы теории механических колебаний (вибрации) при обработке на металлорежущих станках.</b> Термины и определения основных понятий, характеризующих механические колебания упруго-динамических систем (ГОСТ 24346-80); рабочие и колебательные движения в технологической системе (ТС) обработки резанием; влияние вибрации (В) на процесс резания и результаты обработки; источники возбуждения В и восстанавливающие силы; виды В и формы исходного уравнения для их описания. Физическая природа автоколебаний и условия резонанса; связь вынужденных колебаний и автоколебаний; основы теории стабильности при резании; способы снижения интенсивности автоколебаний.	25	10	4	0	6	15	15
4	8	<b>Раздел 2. Динамические деформации элементов технологической системы (ТС) и их влияние на производительность и точность обработки.</b> Динамическая характеристика ТС: масса, частота собственных колебаний, демпфирующая способность, вибростойкость. Динамические деформации элементов ТС, коэффициент динамичности. Характер колебаний сил резания, параметры импульса силы и их воздействие на ТС при резании лезвийными инструментами.	31	11	2	3	6	20	20
4	8	<b>Раздел 3. Погрешности, дефекты и опасные факторы, вызываемые вибрацией, и пассивные способы их уменьшения.</b> Источники возникновения вынужденных колебаний при резании: циклический характер стружкообразования и срыва нароста, дробление стружки по длине, неравномерность срезаемого припуска, дисбаланс вращающейся заготовки и др. Способы предотвращения: скоростное резание с отсутствием наростообразования, исключение резонанса, устранение других причин, вызывающих колебания силы резания. Интенсивность вибрации как фактор ограничения производительности; граничные значения амплитуды колебаний при черновом и чистовом точении, при сверлении, в том числе глубоком; влияние параметров вибрации на форму поперечного сечения, волнистость и шероховатость поверхности; влияние вибрации на стойкость инструмента при точении, растачивании, фрезеровании и сверлении; усталостное разрушение лезвия при вибрации инструмента.	35	15	3	6	6	20	20
4	8	<b>Раздел 4. Активные способы борьбы с вибрацией. Виброгасители к токарным, фрезерным и сверлильным станкам.</b> Классификация, принципы действия, место размещения и примеры конструкций виброгасителей для токарных, фрезерных и осевых режущих инструментов; средства виброизоляции станков.	28	10	2	4	4	18	22
4	8	<b>Раздел 5. Методики испытаний ТС на жесткость, вибростойкость и точность.</b> Методика стандартных испытаний станков на жесткость и точность. Технические средства проведения испытаний. Методика стандартных испытаний режущих инструментов на вибростойкость.	25	6	2	0	4	19	23
<b>Всего за 8 семестр</b>			144	52	13	13	26	92	100
<b>Всего по дисциплине</b>			144	52	13	13	26	92	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Основы теории механических колебаний (вибрации) при обработке на металлорежущих станках.	Анализ уравнения механических колебаний (свободных и вынужденных) с расчетом частоты и амплитуды динамических деформаций элементов ТС при продольном точении (или растачивании отверстия).	2
2		Расчет частоты собственных колебаний элементов станка.	2
3		Определение условий предотвращения резонанса при вынужденных поперечных колебаниях балки на двух концевых опорах.	2
4	Раздел 2. Динамические деформации элементов технологической системы (ТС) и их влияние на производительность и точность обработки.	Расчет статических и динамических деформаций ТС при точении валов и растачивании отверстий.	2
5		Расчет статических и динамических деформаций ТС при фрезеровании.	2
6		Расчет статических и динамических деформаций	2

		ТС при сверлении.	
7	Раздел 3. Погрешности, дефекты и опасные факторы, вызываемые вибрацией, и пассивные способы их уменьшения.	Оценка влияния амплитуды колебаний на шероховатость поверхности.	2
8		Оценка влияния амплитуды колебаний на износ инструмента.	2
9		Оценка влияния амплитуды колебаний на стойкость инструмента.	2
10	Раздел 4. Активные способы борьбы с вибрацией.	Расчет параметров виброгасителей для сверлильных станков.	2
11	Виброгасители к токарным, фрезерным и сверлильным станкам.	Расчет параметров виброгасителей для токарных станков.	2
12	Раздел 5. Методики испытаний ТС на жесткость, вибростойкость и точность.	Оценка влияния элементов режимов резания на интенсивность вибрации при испытаниях станка на точность обработки.	2
13		Выбор "безвибрационных" режимов резания и разработка рекомендаций по корректировке наладки станка.	2
Всего за 8 семестр			26

### 3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Динамические деформации элементов технологической системы (ТС) и их влияние на производительность и точность обработки.	Исследование влияния угла в плане на интенсивность вибрации при точении.	3
2	Раздел 3. Погрешности, дефекты и опасные факторы, вызываемые вибрацией, и пассивные способы их уменьшения.	Исследование влияния интенсивности вибрации на шероховатость обработанной поверхности.	3
3		Образование погрешности формы обработанной поверхности при точении вала с переменным припуском.	3
4	Раздел 4. Активные способы борьбы с вибрацией. Виброгасители к токарным, фрезерным и сверлильным станкам.	Исследование эффективности фрикционного виброгасителя.	4
<b>Всего за 8 семестр</b>			<b>13</b>

### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основы теории механических колебаний (вибрации) при обработке на металлорежущих станках.	Подготовка к лекциям и практическим занятиям: изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе.	15
2	Раздел 2. Динамические деформации элементов технологической системы (ТС) и их влияние на производительность и точность обработки.	Выполнение, оформление и сдача домашних заданий.	10
3		Подготовка к лекциям, практическим занятиям и лабораторной работе: изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе.	5
4		Оформление отчета по лабораторной работе.	5
5	Раздел 3. Погрешности, дефекты и опасные факторы, вызываемые вибрацией, и пассивные способы их уменьшения.	Подготовка к лекциям, практическим занятиям и лабораторным работам: изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе.	5

6		Выполнение, оформление и сдача домашних заданий.	10
7		Оформление отчета по лабораторным работам.	5
8	Раздел 4. Активные способы борьбы с вибрацией. Виброгасители к токарным, фрезерным и сверлильным станкам.	Подготовка к лекциям, практическим занятиям и лабораторной работе: изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе.	10
9		Оформление отчета по лабораторной работе.	8
10	Раздел 5. Методики испытаний ТС на жесткость, вибростойкость и точность.	Подготовка к лекциям и практическим занятиям: изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе.	19
<b>Всего за 8 семестр</b>			<b>92</b>

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8	ДЗ	ДЗ		Отч. по ЛР, ДЗ	ДЗ	ДР	Отч. по ЛР, ДЗ	ДЗ	ДЗ, Отч. по ЛР	ДР	ДЗ	Отч. по ЛР, Вопр.Диф.Зач	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- ДЗ – домашнее задание;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по ЛР;
- домашнее задание;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Маталин. . Технология машиностроения. СПб.: Лань, 2020, эл. рес.
2. В. А. Тимирязев, В. П. Вороненко, А. Г. Схиртладзе. . Основы технологии машиностроительного производства. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
3. В. А. Тимирязев, В. П. Вороненко, А. Г. Схиртладзе. . Основы технологии машиностроительного производства. СПб.: Лань, 2012, 10 экз.
4. Г. Т. Алдошин. . Теория линейных и нелинейных колебаний. СПб.: Лань, 2013, 49 экз.
5. И. Г. Жарков. . Вибрации при обработке лезвийным инструментом. Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1986, 9 экз.
6. И. Г. Жарков. . Вибрации при обработке лезвийным инструментом. Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1986, эл. рес.
7. Ю. И. Кижняев. . Вибрации технологических систем. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, эл. рес.
8. Ю. И. Кижняев, Б. А. Немцев, П. Д. Яковлев. . Экспериментальное изучение явлений вибрации при точении и глубоком сверлении. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 36 экз.
9. Ю. И. Кижняев, Б. А. Немцев, П. Д. Яковлев. . Экспериментальное изучение явлений вибрации при точении и глубоком сверлении. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
2. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
3. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=474](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474) — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
4. <http://e.lanbook.com/>.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Проектор;
2. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся.

### **6.3. Лабораторные занятия:**

1. Токарные металлорежущие станки;
2. Фрезерные металлорежущие станки;
3. Сверлильные металлорежущие станки;
4. Сверлильные металлорежущие станки глубокого сверления.

### **6.4. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ВИБРАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению **15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств**. Дисциплина реализуется на факультете **Е Оружие и системы вооружения БГТУ "ВОЕНМЕХ"** им. Д.Ф. Устинова кафедрой **Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ**.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-1.1 Способен осуществлять технологическую подготовку производства машиностроительных изделий низкой сложности.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с обеспечением надежности технологических процессов обработки резанием за счет применения пассивных и активных способов предотвращения вибрации в технологической системе.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по ЛР;
- домашнее задание;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**13 ч.**), практические занятия (**26 ч.**), лабораторный практикум (**13 ч.**), самостоятельная работа студента (**92 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 52 ч. аудиторных занятий, и 92 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Основы теории механических колебаний (вибрации) при обработке на металлорежущих станках.</b>		
Подготовка к лекциям и практическим занятиям: изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе.	И. Г. Жарков. . Вибрации при обработке лезвийным инструментом: Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1986 (гл.4, с.104-121) И. Г. Жарков. . Вибрации при обработке лезвийным инструментом: Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1986 (гл.4, с.104-121) Г. Т. Алдошин. . Теория линейных и нелинейных колебаний: СПб.: Лань, 2013 (с. 6...13, 51...69, 240...250) Ю. И. Кижняев. . Вибрации технологических систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (с. 1... 72)	15
Итого по разделу 1		15
<b>Раздел 2. Динамические деформации элементов технологической системы (ТС) и их влияние на производительность и точность обработки.</b>		
Выполнение, оформление и сдача домашних заданий.	В. А. Тимирязев, В. П. Вороненко, А. Г. Схиртладзе. . Основы технологии машиностроительного производства: СПб.: Лань, 2012 (гл. 5, п. 5.6, с.98...100)	10
Подготовка к лекциям, практическим занятиям и лабораторной работе: изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе.	Ю. И. Кижняев, Б. А. Немцев, П. Д. Яковлев. . Экспериментальное изучение явлений вибрации при точении и глубоком сверлении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (с. 29...32) В. А. Тимирязев, В. П. Вороненко, А. Г. Схиртладзе. . Основы технологии машиностроительного производства: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (гл. 5, п. 5.6, с.98...100) Ю. И. Кижняев, Б. А. Немцев, П. Д. Яковлев. . Экспериментальное изучение явлений вибрации при точении и глубоком сверлении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (с. 29...32)	5
Оформление отчета по лабораторной работе.	Ю. И. Кижняев. . Вибрации технологических систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (с. 1... 72)	5
Итого по разделу 2		20
<b>Раздел 3. Погрешности, дефекты и опасные факторы, вызываемые вибрацией, и пассивные способы их уменьшения.</b>		
Подготовка к лекциям, практическим занятиям и	И. Г. Жарков. . Вибрации при обработке лезвийным инструментом: Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-	5

лабораторным работам: изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе.	ние, 1986 (ч. 1, гл. 2, с. 17...35) В. А. Тимирязев, В. П. Вороненко, А. Г. Схиртладзе. . Основы технологии машиностроительного производства: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (гл. 5, п. 5.6, с.98...100)	
Выполнение, оформление и сдача домашних заданий.	В. А. Тимирязев, В. П. Вороненко, А. Г. Схиртладзе. . Основы технологии машиностроительного производства: СПб.: Лань, 2012 (гл. 5, п. 5.6, с.98...100)	10
Оформление отчета по лабораторным работам.	И. Г. Жарков. . Вибрации при обработке лезвийным инструментом: Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1986 (ч. 1, гл. 2, с. 17...35) Ю. И. Кижняев. . Вибрации технологических систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (с. 1...72) Ю. И. Кижняев, Б. А. Немцев, П. Д. Яковлев. . Экспериментальное изучение явлений вибрации при точении и глубоком сверлении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (с. 8...10, 24...29) Ю. И. Кижняев, Б. А. Немцев, П. Д. Яковлев. . Экспериментальное изучение явлений вибрации при точении и глубоком сверлении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (с. 8...10, 24...29)	5
Итого по разделу 3		20
<b>Раздел 4. Активные способы борьбы с вибрацией. Виброгасители к токарным, фрезерным и сверлильным станкам.</b>		
Подготовка к лекциям, практическим занятиям и лабораторной работе: изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе.	Ю. И. Кижняев, Б. А. Немцев, П. Д. Яковлев. . Экспериментальное изучение явлений вибрации при точении и глубоком сверлении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (с. 33...39) В. А. Тимирязев, В. П. Вороненко, А. Г. Схиртладзе. . Основы технологии машиностроительного производства: СПб.: Лань, 2012 (гл. 5, п. 5.6 с. 98...100) Г. Т. Алдошин. . Теория линейных и нелинейных колебаний: СПб.: Лань, 2013 (часть 1, гл. 4, п. 4.7, 4.8, с.93...102) Ю. И. Кижняев. . Вибрации технологических систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (с. 1...72)	10
Оформление отчета по лабораторной работе.	Ю. И. Кижняев, Б. А. Немцев, П. Д. Яковлев. . Экспериментальное изучение явлений вибрации при точении и глубоком сверлении: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (с. 33...39) В. А. Тимирязев, В. П. Вороненко, А. Г. Схиртладзе. . Основы технологии машиностроительного производства: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (гл. 5, п. 5.6 с. 98...100)	8
Итого по разделу 4		18
<b>Раздел 5. Методики испытаний ТС на жесткость, вибростойкость и точность.</b>		
Подготовка к лекциям и практическим занятиям: изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе.	Г. Т. Алдошин. . Теория линейных и нелинейных колебаний: СПб.: Лань, 2013 (часть 1, гл. 4, п. 4.6, 4.7 с. 93...102) А. А. Маталин. . Технология машиностроения: СПб.: Лань, 2020 (гл.4, с. 106...126)	19
Итого по разделу 5		19

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- домашнее задание;
- отчет по ЛР;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- дифференцированный зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Домашнее задание

Темы домашних заданий:

1. Расчет статических и динамических деформаций вала при точении: 1 - в патроне; 2 - в центрах; 3 - в патроне и в центре задней бабки; 4 - в патроне и в неподвижном люнете (4 варианта с варьированием диаметра, длины вала и режимов резания).
2. Расчет статических и динамических деформаций оправки при растачивании отверстий резного диаметра и длины на разных режимах резания (5 вариантов).
3. Расчет статических и динамических деформаций шпинделя при фрезеровании на вертикально-фрезерном станке торцевой фрезой (5 вариантов) и концевой фрезой (5 вариантов).
4. Расчет статических и динамических деформаций оправки горизонтально-фрезерного станка при фрезеровании дисковой и цилиндрической фрезами (10 вариантов).
5. Оценка влияния амплитуды колебаний сверла на стойкость и ресурс работы инструмента (5 вариантов).

Домашнее задание должно содержать описание поставленной задачи и результаты ее решения с определением характеристик вибрации, а также предложения по снижению интенсивности колебаний выбором оптимальных технологических параметров.

Критерии оценивания:

- наличие анализа факторов, влияющих на параметры процесса;
- выбор метода оценки интенсивности колебаний и подтверждающих расчетов;
- результаты оценки параметров вибрации в виде таблицы и графиков;
- применение при необходимости виброгасителя с выбором его типа и места установки.
- оформление графических материалов и пояснительной записки в соответствии с требованиями действующих стандартов.

Основаниями для доработки являются:

- небрежное оформление;
- ошибки в оформлении и расчетах, низкое качество графического материала.

Защита домашнего задания предусматривает краткий доклад студента и ответы на вопросы, связанные с порядком выполнения задания и темами учебной дисциплины, охваченными практическим заданием. Если все требования к выполнению домашнего задания, оформлению комплекта технологических документов и защите выполнены, то ставится оценка «сдано». Во всех других случаях ставится оценка «не сдано».

Основанием для оценки «не сдано» индивидуального практического задания к защите могут быть:

- неполное или неверное выполнение домашнего задания;
- отсутствие предусмотренных заданием графических материалов или несоответствие их ГОСТ.

#### Отчет по ЛР

Допуск к выполнению ЛР происходит в форме тестирования (список из 10 тестовых вопросов выдается на занятии, время на ответ – 10 минут). Баллы начисляются в зависимости от количества

правильных ответов:

- от 5 до 7 правильных ответов – 3 балла (min),
- более 7 правильных ответов – 5 баллов (max).

Отчет по лабораторной работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном по лабораторной работе. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

В случае если оформление отчета и поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает максимальное количество баллов.

Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от max до min являются:

- небрежное выполнение,
- низкое качество графического материала.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала,
- некорректной обработки результатов измерений,
- ошибки в расчетах.

### **Вопросы к дифференцированному зачету**

На зачете студенту предоставляются 30 тестовых вопросов по всем разделам курса, время на подготовку ответов 45 минут.

Вопросы к дифференцированному зачету размещены в УМК дисциплины.

Шкала оценивания:

- количество правильных ответов от 90 % - оценка «зачтено-отлично»
- количество правильных ответов от 75% до 90 % - оценка «зачтено-хорошо»
- количество правильных ответов от 55% до 75% - оценка «зачтено-удовлетворительно»
- количество правильных ответов до 55% -- оценка «не зачтено».

### **Дифференцированный зачет**

При проведении дифференцированного зачета студент получает билет с тремя вопросами.

Оценка по дифференцированному зачету определяется на основе пятибалльной системы оценок по результатам ответов на теоретические вопросы:

Оценка «отлично», «зачтено»

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;
- точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;
- безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине;
- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин;
- творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;
- высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «хорошо», «зачтено»

- достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку;
- использование научной терминологии, лингвистически и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине;
- самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;
- средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «удовлетворительно», «зачтено»

- достаточный минимальный объем знаний по дисциплине;
- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку;
- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач;
- умение под руководством преподавателя решать стандартные задачи;
- работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий
- достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «неудовлетворительно», «не зачтено»

- фрагментарные знания по дисциплине;
- отказ от ответа (выполнения письменной работы);
- знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине;
- неумение использовать научную терминологию;
- наличие грубых ошибок;
- низкий уровень культуры исполнения заданий;
- низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.



КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПК-1.1		
4	8	Раздел 1. Основы теории механических колебаний (вибрации) при обработке на металлорежущих станках.	25	10	4	0	6	15	15		Домашнее задание
4	8	Раздел 2. Динамические деформации элементов технологической системы (ТС) и их влияние на производительность и точность обработки.	31	11	2	3	6	20	20		Домашнее задание, Отчет по ЛР
4	8	Раздел 3. Погрешности, дефекты и опасные факторы, вызываемые вибрацией, и пассивные способы их уменьшения.	35	15	3	6	6	20	20		Отчет по ЛР, Домашнее задание
4	8	Раздел 4. Активные способы борьбы с вибрацией. Виброгасители к токарным, фрезерным и сверлильным станкам.	28	10	2	4	4	18	22		Отчет по ЛР, Домашнее задание
4	8	Раздел 5. Методики испытаний ТС на жесткость, вибростойкость и точность.	25	6	2	0	4	19	23		Вопросы к дифференцированному зачету, Домашнее задание
Всего за 8 семестр			144	52	13	13	26	92	100		
Всего по дисциплине			144	52	13	13	26	92	100		

**ПК-1.1 - Способен осуществлять технологическую подготовку производства машиностроительных изделий низкой сложности**

- № 1 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие методы виброзащиты вы знаете? (Выберите все подходящие варианты)
- a. Вибрационные опоры
  - b. Динамические гасители колебаний
  - c. Повышение жесткости конструкции
  - d. Увеличение массы системы
  - e. Покраска оборудования
- № 2 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие последствия могут иметь вибрации в технологических системах? (Выберите все подходящие варианты)
- a. Ускоренный износ деталей
  - b. Снижение точности работы оборудования
  - c. Увеличение производительности
  - d. Разрушение конструкции
  - e. Повышенный уровень шума
- № 3 Прочитайте текст и установите последовательность  
Расставьте этапы разработки системы виброзащиты в правильном порядке:
- 1. Анализ источников вибрации
  - 2. Определение требований к виброзащите
  - 3. Выбор методов и средств виброзащиты
  - 4. Внедрение системы виброзащиты
  - 5. Мониторинг эффективности системы
- № 4 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Опишите основные методы диагностики вибрационного состояния технологического оборудования.
- № 5 Прочитайте текст и установите соответствие  
Установите соответствие между типом вибрации механической системы и его характеристикой:
- 1. Свободные колебания → 2. Колебания системы после начального возмущения при отсутствии внешних сил
  - 2. Вынужденные колебания → 1. Колебания системы под действием внешней периодической силы
  - 3. Автоколебания → 3. Колебания, поддерживаемые за счет энергии неперiodического источника
- № 6 Прочитайте текст и установите последовательность  
Расставьте этапы анализа вибрационного состояния технологической системы в правильном порядке:

- 1.Измерение вибрационных параметров
  - 2.Анализ спектра вибрации
  - 3.Определение источников вибрации
  - 4.Сравнение с допустимыми нормами
  - 5.Выбор средств виброзащиты
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Что такое собственная частота колебаний системы?
- a. Частота, с которой система колеблется под действием гармонической силы
  - b. Частота, с которой система колеблется при отсутствии внешних сил (правильный ответ)
  - c. Частота наступающая при резонансе
  - d. Частота вынужденных колебаний системы
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Что из перечисленного является основной характеристикой демпфирования?
- a. Коэффициент жесткости
  - b. Логарифмический декремент колебаний
  - c. Амплитуда колебаний
  - d. Частота возбуждения
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
При каком условии возникает явление резонанса в механической системе?
- a. Когда частота возбуждения совпадает с собственной частотой системы
  - b. Когда амплитуда вынуждающей силы максимальна
  - c. Когда демпфирование системы равно нулю
  - d. Когда фаза колебаний совпадает с фазой вынуждающей силы
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие из перечисленных факторов могут влиять на возникновение вибраций в технологических системах? (Выберите все подходящие варианты)
- a. Неуравновешенность вращающихся деталей
  - b. Изменения температуры окружающей среды
  - c. Наличие зазоров в соединениях
  - d. Цвет оборудования
  - e. Неравномерность подачи рабочей среды
- № 11 Прочитайте текст и установите соответствие  
Установите соответствие между параметром вибрации и его определением:
- 1. Амплитуда → 2. Максимальное отклонение от положения равновесия (правильный ответ)
  - 2. Частота → 3. Число колебаний в единицу времени (правильный ответ)

- 3. Фаза → 1. Величина, характеризующая состояние колебательного процесса в данный момент времени (правильный ответ)

№ 12 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Объясните, почему виброизоляция является эффективным методом защиты от вибраций. Какие физические принципы лежат в основе виброизоляции?