

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Гнатюк Максим Александрович  
Должность: Первый проректор  
Дата подписания: 11.07.2022 09:51:21  
Уникальный программный ключ:  
8873f497f100e798ae8c92c0d38e105c818d5410

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

## Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры

### рабочая программа дисциплины (модуля)

Направление подготовки Направление 01.06.01 Математика и механика  
Направленность (профиль) Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры

Квалификация **Исследователь. Преподаватель-исследователь.**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Виды контроля в семестрах:  
экзамены 8

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	8 (4.2)		Итого	
	Неделя			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	24	24	24	24
Практические	24	24	24	24
Контактные часы на аттестацию в период экзаменационных сессий	1	1	1	1
Итого ауд.	48	48	48	48
Контактная работа	49	49	49	49
Сам. работа	42	42	42	42
Часы на контроль	17	17	17	17
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):  
*PhD, Зав., Свечников А.А.*

Рабочая программа дисциплины  
**Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 01.06.01 МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА (уровень подготовки кадров высшей квалификации). (приказ Минобрнауки России от 30.07.2014г. №866)

составлена на основании учебного плана: УП\_ 01.06.01\_ММ\_ДПМПА\_ОФО.plx

Направление подготовки Направление 01.06.01 Математика и механика Направленность (профиль) Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры  
**Наземные транспортно-технологические средства**

Зав. выпускающей кафедрой К.т.н., доцент Свечников А.А.

<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>				
1.1	Цель дисциплины - изучение закономерностей и связей, динамических процессов, напряженного состояния и прочности машин, приборов и аппаратуры.			
1.2	Задачи дисциплины – научные исследования в области создания научных основ и инструментальных средств проектирования новых поколений машин, приборов, аппаратуры, технологий и материалов, эксплуатации, анализ, интерпретация и моделирование на основе существующих научных концепций отдельных явлений и процессов с формулировкой аргументированных умозаключений и выводов; поиск и проверка новых технических решений по совершенствованию существующих машин, приборов, аппаратуры и технологий, обладающих повышенными эксплуатационными качествами, меньшей материало- и энергоемкостью; сбор научной информации, подготовка обзоров, аннотация, составление рефератов и отчетов, библиографий; анализ информации по объектам исследования; участие в научных дискуссиях и процедурах защиты научных работ различного уровня; выступление с докладами и сообщениями по тематике проводимых исследований; распространение и популяризация профессиональных знаний; анализ состояния и динамики объектов деятельности; разработка планов, программ и методик проведения исследований, анализ их результатов.			
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>				
Цикл (раздел) ОП:		Б1.В.01		
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>				
ПК-1: владеть основами теории расчетного инженерного анализа динамики и прочности машин, приборов и аппаратуры				
Знать:				
Проблемы в области обеспечения эффективности, надежности и безопасности машин, приборов и аппаратуры на всех стадиях				
Проблемы в области обеспечения эффективности, надежности и безопасности машин, приборов и аппаратуры				
Основы теории расчетного инженерного анализа				
Уметь:				
Составлять описания проводимых исследований и разрабатываемых проектов, собирать данные для составления отчетов,				
Проводить научные исследования и эксперименты, анализировать, интерпретировать и моделировать на основе				
Осуществлять поиск и проверку новых технических решений по совершенствованию машин, приборов и аппаратуры,				
Владеть:				
Навыками защиты научных работ различного уровня				
Навыками физического эксперимента над опытными образцами				
Навыками математического моделирования машин, приборов и аппаратуры				
<b>В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен</b>				
<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>			
3.1.1	Проблемы в области обеспечения эффективности, надежности и безопасности машин, приборов и аппаратуры на всех стадиях жизненного цикла, начиная с выбора конструкторского решения и заканчивая решением вопроса о снятии с эксплуатации или о продлении срока службы			
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>			
3.2.1	осуществлять поиск и проверку новых технических решений по совершенствованию машин, приборов и аппаратуры, анализировать поставленные исследовательские задачи в областях их проектирования, ремонта и технического обслуживания на основе подбора и изучения литературных, патентных и других источников информации; проводить научные исследования и эксперименты, анализировать, интерпретировать и моделировать на основе существующих научных концепций отдельные явления и процессы с формулировкой аргументированных умозаключений и выводов; выполнять математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; составлять описания проводимых исследований и разрабатываемых проектов, собирать данные для составления отчетов, обзоров и другой технической документации; применять математические и статистические методы при сборе, систематизации, обобщении и обработке научно-технической информации, подготовке обзоров, аннотаций, составления рефератов, отчетов и библиографий по объектам исследования.			
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>			
3.3.1	математического моделирования, программирования и проведения исследований математических моделей, проведения физического эксперимента над опытными образцами, обработки результатов эксперимента; участия в научных дискуссиях и процедурах защиты научных работ различного уровня; выступлений с докладами и сообщениями по тематике проводимых исследований.			
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>				
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Примечание
	<b>Раздел 1. Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры</b>			
1.1	Уравнение Лагранжа второго рода для голономных систем. Потенциальные, гироскопические и диссипативные силы. Диссипативная функция Релея. Функция Гамильтона. Принцип	8	4	

1.2	Решение практических задач с использованием уравнения Лагранжа второго рода, функции Гамильтона, принципа Гамильтона-Остроградского. /Пр/	8	2	
1.3	Устойчивость по первому приближению. Критерии устойчивости линейных систем. Определение областей неустойчивости. /Ср/	8	4	
1.4	Решение задач анализа устойчивости с помощью пакета программ SolidWorks /Ср/	8	4	
1.5	Колебания линейных систем с конечным числом степеней свободы. Малые собственные колебания консервативных систем. Свойства собственных частот и форм колебаний. Вынужденные колебания линейных систем. /Лек/	8	4	
1.6	Решение практических задач колебаний линейных систем /Пр/	8	4	
1.7	Нахождение резонансных частот колебаний с использованием пакета программ SolidWorks /Ср/	8	4	
1.8	Усилия, действующие в машинах, и их передача на фундамент. Колебания вращающихся валов с дисками. Влияние различных факторов (податливость опор, форма сечения вала, гироскопические эффекты, сила тяжести, различные виды трения и др.) на критические скорости. Методы снижения виброактивности. Уравновешивание роторных машин. /Лек/	8	4	
1.9	Решение практических по снижению виброактивности и уравновешивания роторных машин. /Пр/	8	5	
1.10	Проблемы создания новых поколений машин, приборов и аппаратуры, обладающих качественно новыми функциональными свойствами. /Ср/	8	4	
1.11	Виброизоляция машин, приборов и аппаратуры. Активная и пассивная системы виброзащиты. Каскадная виброизоляция. Виброакустика машин. Методы виброакустической защиты машин. /Лек/	8	4	
1.12	Решение практических задач по виброизоляции машин, приборов и аппаратуры. /Пр/	8	4	
1.13	Основные способы дискретизации для решения задач динамики и прочности /Ср/	8	4	
1.14	Ударные нагрузки. Определение коэффициентов динамичности при ударе. Защита от ударных воздействий. /Лек/	8	4	
1.15	Ударные нагрузки. Определение коэффициентов динамичности при ударе. Защита от ударных воздействий. /Пр/	8	4	
1.16	Оценка динамических и прочностных качеств подвижного состава. /Ср/	8	4	
1.17	Основные понятия теории вибрационной надежности. Функции распределения. Связь между надежностью и долговечностью. Правило суммирования повреждений и его применение для оценки показателей надежности и ресурса. /Лек/	8	4	
1.18	Решение практических задач по оценке показателей надежности и ресурса. /Пр/	8	5	
1.19	Конструирование, разработка методов автоматизации проектирования машин, приборов и аппаратуры. /Ср/	8	4	
1.20	Автоматизированное проектирование машин, приборов и аппаратуры в среде SolidWorks. /Ср/	8	6	
1.21	Оптимизация. Формальные условия оптимизации при обобщенном подходе. Прямая оптимизация конструкции. /Ср/	8	4	
1.22	Оптимизация конструкции машин с помощью пакета программ SolidWorks. /Ср/	8	4	
<b>Раздел 2. Контактная работа</b>				
2.1	Аттестация /КЭ/	8	1	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 5.1. Структура и содержание ФОС

Текущий контроль проводится:

- в форме опроса по темам практических работ;
- в форме самостоятельной научно-исследовательской работы;
- в форме экзамена

### 5.2. Показатели и критерии оценивания компетенций

Критерии формирования оценок по выполнению научно-исследовательской работы

«Отличный уровень компетенции» (5 баллов) – ставится за работу, выполненную полностью на высоком научно-техническом уровне.

«Хороший уровень компетенции» (4 балла) – ставится за работу, выполненную полностью, но с наличием малых и средних научных допущений, который не позволяют получить значительный научный результат.

«Удовлетворительный уровень компетенции» (3 балла) – ставится за работу, выполненную со значительными упрощениями математических моделей..

«Неудовлетворительный уровень компетенции» (0 баллов) – ставится за работу, если научная модель не отражает сути происходящего процесса или явления.

Критерии формирования оценок по практической работы

«Отличный уровень компетенции» (5 баллов) – студент показал глубокие знания материала по поставленным вопросам, грамотно, логично его излагает, структурировал и детализировал информацию.

«Хороший уровень компетенции» (4 балла) – студент твердо знает материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответ на вопросы.

«Удовлетворительный уровень компетенции» (3 балла) – аспирант имеет знания основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей, допускает отдельные неточности.

«Неудовлетворительный уровень компетенции» (0 баллов) – аспирант допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы, демонстрирует отсутствие необходимой информации в презентации.

Критерии формирования оценок по экзамену

К экзамену допускаются аспиранты, выполнившие более 60% заданий по самостоятельной работе в 8 семестре.

«Отлично» (5 баллов) – студент демонстрирует знание всех разделов изучаемой дисциплины: содержание базовых понятий и фундаментальных проблем; умение излагать программный материал с демонстрацией конкретных примеров. Свободное владение материалом должно характеризоваться логической ясностью и четким видением путей применения полученных знаний в практической деятельности, умением связать материал с другими отраслями знания.

«Хорошо» (4 балла) – студент демонстрирует знания всех разделов изучаемой дисциплины: содержание базовых понятий и фундаментальных проблем; приобрел необходимые умения и навыки, освоил вопросы практического применения полученных знаний, не допустил фактических ошибок при ответе, достаточно последовательно и логично излагает теоретический материал, допуская лишь незначительные нарушения последовательности изложения и некоторые неточности. Таким образом данная оценка выставляется за правильный, но недостаточно полный ответ.

«Удовлетворительно» (3 балла) – студент демонстрирует знание основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. Однако знание основных проблем курса не подкрепляется конкретными практическими примерами, не полностью раскрыта сущность вопросов, ответ недостаточно логичен и не всегда последователен, допущены ошибки и неточности.

«Неудовлетворительно» (0 баллов) – выставляется в том случае, когда студент демонстрирует фрагментарные знания основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. У экзаменуемого слабо выражена способность к самостоятельному аналитическому мышлению, имеются затруднения в изложении материала, отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки и незнание терминологии, отказ отвечать на дополнительные вопросы, знание которых необходимо для получения положительной оценки.

### 5.3. Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Вопросы для подготовки к экзамену:

1. Проблема создания новых поколений машин, приборов и аппаратуры, обладающих качественно новыми функциональными свойствами, прогнозирование развития и совершенствования машин нового поколения, повышения их качества, эффективности эксплуатации, совершенствования конструкций, систем и технологий их эксплуатации, ремонта и технического обслуживания.
2. Методы повышения надежности, качества машин, приборов и аппаратуры. Основные понятия теории вибрационной надежности. Функции распределения.
3. Связь между надежностью и долговечностью. Правило суммирования повреждений и его применение для оценки показателей надежности и ресурса.
4. Уравнение Лагранжа второго рода для голономных систем. Потенциальные, гироскопические и диссипативные силы.
5. Диссипативная функция Релея. Функция Гамильтона. Принцип Гамильтона-Остроградского.
6. Колебания линейных систем с конечным числом степеней свободы. Малые собственные колебания консервативных систем.
7. Свойства собственных частот и форм колебаний. Вынужденные колебания линейных систем.
8. Усилия, действующие в машинах, и их передача на фундамент. Колебания вращающихся валов с дисками.
9. Влияние различных факторов (податливость опор, форма сечения вала, гироскопические эффекты, сила тяжести, различные виды трения и др.) на критические скорости.
10. Методы снижения виброактивности. Уравновешивание роторных машин.
11. Виброизоляция машин, приборов и аппаратуры. Активная и пассивная системы виброзащиты.
12. Каскадная виброизоляция.
13. Виброакустика машин. Методы виброакустической защиты машин.
14. Ударные нагрузки. Определение коэффициентов динамичности при ударе. Защита от ударных воздействий.
15. Связь между надежностью и долговечностью. Правило суммирования повреждений и его применение для оценки показателей надежности и ресурса.
16. Оценка динамических и прочностных качеств подвижного состава.
17. Конструирование, разработка методов автоматизации проектирования машин, приборов и аппаратуры.
18. Система менеджмента качества предприятий по производству и ремонту машин, приборов и аппаратуры.
19. Параметрические колебания нелинейных систем.
20. Теория нелинейных колебаний: качественная теория Пуанкаре. Особые точки и их классификация.
21. Методы малого параметра, гармонической линеаризации и другие методы приближенного решения уравнений

- движения.
22. Автоколебательные системы.
23. Устойчивость по первому приближению. Критерии устойчивости линейных систем.
24. Определение областей неустойчивости.
25. Техническая диагностика. Признаки, характеризующие состояние технических систем.
26. Виброметрические измерения. Типы приборов и датчики для измерения динамических процессов.
27. Основные способы дискретизации для решения задач динамики и прочности.
28. Критерии работоспособности и вида протирочных и проверочных расчетов машин на прочность, жесткость, износостойкость и виброустойчивость.
29. Оптимизация. Формальные условия оптимизации при обобщенном подходе. Прямая оптимизация конструкции.
30. Принципы конструирования машин. Основы нормализации. Принцип оптимального нагружения. Принцип оптимального

#### 5.4. Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Описание процедуры оценивания «Защита отчета по практическим работам».

Оценивание итогов практической работы проводится преподавателем, осуществляющим проведение соответствующих видов занятий.

По результатам проверки отчета по выполненной работе обучающийся допускается к его защите при условии соблюдения перечисленных условий:

- выполнены все задания;
- отсутствуют ошибки;
- оформление отчёта соответствует требованиям.

В том случае, если содержание отчета не отвечает предъявляемым требованиям, он возвращается автору на доработку с указанием даты вынесения замечаний на титульном листе. Обучающийся должен переделать отчет с учетом замечаний. Если сомнения вызывают отдельные аспекты отчета, допускается рассмотрение и доработка отчета во время устной защиты.

Защита отчета представляет собой устный публичный отчет обучающегося о результатах выполнения, ответы на вопросы преподавателя, перечисленные в соответствующих методических указаниях в разделе «Вопросы для подготовки к защите».

Ответ обучающегося оценивается преподавателем в соответствии с критериями, описанными в пункте 6.2. Результаты защиты в виде отметки «зачтено» или «не зачтено» фиксируются на титульном листе отчёта с указанием даты защиты и подписью преподавателя.

Описание процедуры оценивания «Экзамен».

Экзамен принимается ведущим преподавателем по данной учебной дисциплине. Экзамен может проводиться как в форме ответа на вопросы билета, так и в иных формах (тестирование). Форма определяется преподавателем. Исходя из выбранной формы, описывается методика процедуры оценивания.

При проведении устного экзамена обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене не должен превышать 0,33 часа. Ответ обучающегося оценивается в соответствии с критериями, описанными в пункте 5.2.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л1.1	Доев В. С., Доронин Ф. А., Индейкин А. В.	Теория колебаний в транспортной механике: учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп.	М.: УМЦ ЖДТ, 2011	
Л1.2	Алдошин Г. Т.	Теория линейных и нелинейных колебаний: учебное пособие для вузов	Санкт-Петербург : Лань, 2013	
Л1.3	Скубов Д. Ю.	Основы теории нелинейных колебаний: учебное пособие	Санкт-Петербург : Лань, 2013	

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л1.4	Бутенин, Н. В.	Курс теоретической механики: учебное пособие	Санкт-Петербург : Лань, 2009	<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=29">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=29</a>
<b>6.2 Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)</b>				
<b>6.2.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения</b>				
6.2.1.1	MS Office; SolidWorks 2013			
<b>6.2.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем</b>				
6.2.2.1	ЭБС «Лань».			
<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>				
7.1	Лекционная аудитория (100 и более посадочных мест), аудитория для проведения практических занятий (25 и более посадочных мест) оборудованные учебной мебелью, учебная лаборатория по ТММ и Деталям машин с макетами зубчатых механизмов; неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам (через ресурсы библиотеки СамГУПС), к электронной информационно-образовательной среде moodle и к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» в рамках самостоятельной работы обучающегося.			
7.2	Материальное обеспечение дисциплины включает лабораторные установки, как фабричные, так и изготовленные сотрудниками кафедры в процессе научной работы. Для обеспечения наивысшего качества подготовки на ВЦ оборудован компьютерный класс, где аспиранты могут пользоваться разработанным компьютерным курсом и выполняли необходимые расчёты.			
7.3	Лабораторная установка для проведения исследований: Экспериментальная установка "Роторно-опорные узлы" РОУ-01			