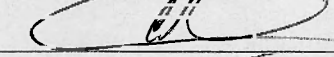


Учреждение образования
«Белорусский государственный технологический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор БГТУ по учебной работе, доцент

 С.А. Касперович

« 20 » 05 2015 г.

Регистрационный № УД- 21 /уч.

Динамика машин и виброзащита
Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:

1-36 07 01 «Машины и аппараты химических производств и предприятий строительных материалов».

2015 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования специальности 1-36 07 01 Машины и аппараты химических производств и предприятий строительных материалов.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Я. Г. Грода, заведующий кафедрой теоретической механики учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

П. Е. Вайтехович – заведующий кафедрой машин и аппаратов химических и силикатных производств теоретической механики Учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», профессор, доктор технических наук;

В. В. Кудин – доцент кафедры теории механизмов и машин Белорусского национального технического университета, доцент, кандидат технических наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой теоретической механики учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» (протокол № 9 от 31 марта 2015 г.)

Методической комиссией факультета химической технологии и техники УО БГТУ (протокол № 9 от 20.05.2015 г.)

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1. Актуальность, цель и задачи преподавания и изучения учебной дисциплины

Современные требования к анализу и синтезу быстроходных машин диктуют необходимость существенного выхода за рамки стандартных курсов теоретической механики и теории машин и механизмов, в которых по понятным причинам рассматриваются, как правило, точно решаемые модели. Более реалистичные модели оказываются слишком сложными для теоретического исследования объектами. В этих условиях необходимо иметь в распоряжении методы получения хотя бы приближенных аналитических решений, дающих возможность сделать качественные и количественные оценки изучаемого явления.

Целью курса «Динамики машин и виброзащита» является продолжение фундаментальной подготовки будущих инженеров-механиков в области механических явлений для успешного перехода к усвоению специальных предметов и для использования в дальнейшей деятельности.

Задачи курса: 1. Получение навыков в построении динамических моделей, отражающих основные свойства реальных машин.

2. Получение навыков в аналитическом описании построенных моделей с помощью нелинейных дифференциальных уравнений.

3. Знакомство с расчетными методами позволяющими получить приближенные аналитические решения нелинейных дифференциальных уравнений и провести анализ их решений.

1.2. Требования к уровню освоения содержания учебной дисциплины

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- характерные особенности динамического поведения машин и механизмов;
- точные и приближенные методы решения динамических задач и оценку области их применимости;
- способы защиты механических систем от колебаний;

уметь:

- анализировать влияние динамических факторов на поведение устройств в рассматриваемой предметной области;
- проводить необходимые расчеты в рамках курса;

владеть:

- навыками построения динамических моделей, отражающих основные свойства реальных машин;
- методиками составления соответствующих дифференциальных уравнений движения;
- методами решения дифференциальных уравнений движения (точными и приближенными) и анализа полученных решений.

1.3. Формируемые компетенции

Образовательным стандартом высшего образования предусматривается,

что у студента, освоившего курс динамики машин и виброзащиты, должны быть сформированы следующие компетенции:

а) академические компетенции:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

б) социально-личностные компетенции:

СЛК-6. Уметь работать в команде.

в) профессиональные компетенции:

ПК-1. Проводить научные исследования и разработки с использованием современных информационных технологий.

ПК-2. Анализировать и объективно оценивать достижения науки и техники в области процессов, машин и аппаратов, перспективы и направления развития.

ПК-10. Владеть современными программными средствами моделирования, расчета и компьютерного проектирования изделий и технологических процессов.

ПК-19. Самостоятельно принимать профессиональные решения с учетом их социальных, экономических и экологических последствий.

ПК-20. Разрабатывать новые образцы технологического оборудования с использованием современных информационных и компьютерных технологий.

1.4 Перечисление дисциплин, освоение которых необходимо для изучения теоретической механики:

№№ пп	Название дисциплины	Раздел (тема)
1.	Высшая Математика	1. Элементы линейной алгебры и аналитической геометрии. 2. Векторная алгебра. 3. Основы дифференциального исчисления. 4. Интегральное исчисление. 5. Дифференциальные уравнения.

1.5. Структура содержания учебной дисциплины

При очной форме обучения учебные планы предусматривают для изучения курса «Динамики машин и виброзащиты» 72 учебных часа, из них 34 часа аудиторных занятий на протяжении одного семестра. Распределение часов по видам занятий следующее: лекций – 18, практических – 16. На самостоятельную работу отводится 38 часов, из 12 часов – на управляемую самостоятельную работу. Форма текущей аттестации – зачет.

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение. Динамика жестких систем

Введение в дисциплину «Динамика машин и виброзащита». Механические характеристики двигателей. Динамические модели механизмов. Уравнения движения механизмов с одной степенью свободы.

Тема 2. Решение уравнений движения жестких систем

Решение уравнений движения систем с одной степенью свободы в простейших случаях. Динамические нагрузки на звенья механизма.

Тема 3. Динамика линейных упругих систем

Динамические модели упругих систем с линейными характеристиками. Малые свободные колебания одномассовой системы вблизи положения устойчивого равновесия. Виброплощадка с одной степенью свободы. Фазовая плоскость и фазовые траектории. Вынужденные колебания. Функция рассеяния. Проход через резонанс при разгоне и торможении.

Тема 4. Введение в нелинейные колебания

Свободные колебания в общем случае и методы их исследования. Период нелинейных колебаний. Зависимость амплитуды нелинейных колебаний от частоты. Мягкая и жесткая характеристики.

Тема 5. Системы с кусочно-линейной характеристикой

Метод припасовывания. Скелетные кривые систем с одной степенью свободы.

Тема 6. Вынужденные колебания в нелинейных системах под действием гармонического возмущения

Колебания в системах, близких к линейным. Метод гармонического баланса. Амплитудно-частотная характеристика. Множественность колебательных состояний.

Тема 7. Вынужденные колебания в нелинейных системах при неперiodическом возмущении

Колебания в системах при наличии малого параметра. Построение решения нелинейного уравнения с помощью разложения по малому параметру: теория возмущений и методы Ван-дер-Поля и Боголюбова-Митропольского. Автоколебания.

Тема 8. Защита от колебаний. Виброизоляция

Виброзащитные системы. Линейный виброизолятор при силовом и кинематическом возбуждениях. Коэффициент виброизоляции. Машина на упругом основании.

Тема 9. Гашение колебаний

Динамическое гашение колебаний. Собственные частоты. Антирезонансная частота.

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Номер раздела, темы, занятия	Наименование раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов		Управляемая самост. работа студента	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия		
1	2	3	4	5	6
1	Введение в дисциплину «Динамика машин и виброзащита». Механические характеристики двигателей. Динамические модели механизмов. Уравнения движения механизмов с одной степенью свободы.	2	1	2	Опрос на ПЗ, зачет, защита инд. заданий
2	Решение уравнений движения систем с одной степенью свободы в простейших случаях. Динамические нагрузки на звенья механизма.		2	2	Опрос на ПЗ, зачет, защита инд. заданий
3	Динамические модели упругих систем с линейными характеристиками. Малые свободные колебания одномассовой системы вблизи положения устойчивого равновесия. Виброплощадка с одной степенью свободы. Фазовая плоскость и фазовые траектории. Вынужденные колебания. Функция рассеяния. Проход через резонанс при разгоне и торможении.	4	1	4	Опрос на ПЗ, зачет, защита инд. заданий
4	Свободные колебания в общем случае и методы их исследования. Период нелинейных колебаний. Зависимость амплитуды нелинейных колебаний от частоты. Мягкая и жесткая характеристики.	2			Опрос на ПЗ, зачет
5	Метод припасовывания. Скелетные кривые систем с одной степенью свободы.	2	2		Опрос на ПЗ, зачет

1	2	3	4	5	6
6	Колебания в системах, близких к линейным. Метод гармонического баланса. Амплитудно-частотная характеристика. Множественность колебательных состояний.	2	2		Опрос на ПЗ, зачет
7	Колебания в системах при наличии малого параметра. Построение решения нелинейного уравнения с помощью разложения по малому параметру: теория возмущений и методы Ван-дер-Поля и Боголюбова-Митропольского. Автоколебания.	2	4		Опрос на ПЗ, зачет
8	Виброзащитные системы. Линейный виброизолятор при силовом и кинематическом возбуждениях. Коэффициент виброизоляции. Машина на упругом основании.	2	2	4	Опрос на ПЗ, зачет, защита инд. заданий
9	Динамическое гашение колебаний. Собственные частоты. Антирезонансная частота.	2	2		Опрос на ПЗ, зачет

4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Перечень основной литературы

1. Белов, В.В. Динамика машин и виброзащита. Лекции для студентов специальности 1-36 07 01 «Машины и аппараты химических производств и предприятий строительных материалов» / В.В. Белов, Г.М. Хвесько. – Мн.: БГТУ, 2009 – 138 с. – 139 экз.
2. Динамика машин и виброзащита. Программа, методические указания и контрольные задания для студентов заочной формы обучения специальностей 1-36 07 01, 1-36 06 01 / составители В. В. Белов, Я. Г. Грода. – Минск, БГТУ, 2008. – 44 с. – 90 экз.
3. Бутенин, Н. В. Курс теоретической механики: учеб. в 2 т. / Н. В. Бутенин, Я. Л. Лунц, Д. Р. Меркин. – М.: «Наука», 1979 (все годы издания). – Т. 2. – 544 с. – 223 экз.
4. Бидерман, В.Л. Теория механических колебаний / В.Л. Бидерман. – М.: «Высш. шк.», 1980. – 406 с. – 2 экз.
5. Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике. – СПб.: Лань, 1998 (все годы издания). – 480 с. – 742 экз.
6. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике / А. А. Яблонский [и др.]; под ред. А.А. Яблонского. – М.: «Высш. шк.», 1985. – 367 с. – 196 экз.
7. Лойцянский Л.Г. Курс теоретической механики: учеб. пособие в 2 т. / Л.Г. Лойцянский, А.И. Лурье. – М. «Наука», 1983. – Т. 2. – 640 с. – 15 экз.
8. Вихренко, В.С. Устойчивость и нелинейные колебания / В.С. Вихренко. – Минск: БТИ, 1993. – 74 с. – 79 экз.

4.2 Перечень дополнительной литературы

9. Силенок, С. Г. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций / С. Г. Силенок [и др.]. – М.: «Машиностроение», 1990. – 416 с. – 18 экз.
10. Комаров, М. С. Динамика механизмов и машин / М. С. Комаров. – М.: «Машиностроение», 1969. – 296 с.
11. Теория механизмов и машин: учеб. для втузов / К.В. Фролов [и др.]; под редакцией К.В. Фролова. – М.: Высш. шк., 1987. – 496 с. – 184 экз.
12. Соколов, В. И. Центрифугирование / В. И. Соколов. – М.: «Химия», 1967. – 523 с. – 5 экз.
13. 9. Боголюбов, И. Н. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний: моногр. / И. Н. Боголюбов, Ю. А. Митропольский. – М.: «Наука», 1974. – 504 с. – в библиотеке БГТУ отсутствует.
14. Коловский, М.З. Нелинейная теория виброзащитных систем / М.З. Коловский. – Л.: «Машиностроение», 1968. – 282 с. – в библиотеке БГТУ отсутствует.

4.3 Перечни заданий и контрольных мероприятий управляемой самостоятельно работы студентов

№ п/п	Контрольное мероприятие	Неделя проведения/выдачи	Неделя сдачи
5-й семестр			
1	Индивидуальная задача № 1 [2]	2	4
2	Индивидуальная задача № 2 [2]	4	6
3	Индивидуальная задача № 3 [2]	14	17

4.4 Перечни используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

- 4.4.1. Проверка отчетов по индивидуальным заданиям.
- 4.4.2. Анализ результатов и устное собеседование со студентами по темам индивидуальных заданий.
- 4.4.3. Индивидуальные беседы со студентами по темам пропущенных занятий.
- 4.4.4. Индивидуальный опрос студентов по темам практических занятий.

4.5 Перечень практических занятий

1. Получение дифференциальных уравнений движения механизма с одной степенью свободы
2. Решение уравнений движения систем с одной степенью свободы в простейших случаях и определение динамических нагрузок на звенья механизма.
3. Определение положений равновесия в механической системе. Малые колебания вблизи положений равновесия
4. Метод припасовывания
5. Метод гармонического баланса
6. Автоколебания.
7. Метод Боголюбова-Митропольского.
8. Коэффициент виброизоляции при силовом и кинематическом возбуждениях.
9. Собственные частоты механической системы с несколькими степенями свободы. Антирезонансная частота.

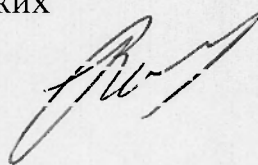
4.7 Контроль качества усвоения знаний

Контроль качества усвоения знаний основан на проведении зачетного занятия, контроля выполнения индивидуальных заданий, использовании рейтинговой системы контроля знаний студентов.

5. ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Кафедра, которая обеспечивает изучение этой дисциплины	Предложения кафедры о внесении изменений в содержании учебной программы	Принятое решение кафедры. Дата, № протокола
<p>1. Машин и аппараты химической промышленности 2. Машин и аппараты химической промышленности</p>	<p>Машин и аппаратов химических и силикатных производств</p>	<p><i>Зайцев не ма</i></p>	

Зав. кафедрой машин и аппаратов химических и силикатных производств
 д.т.н., профессор



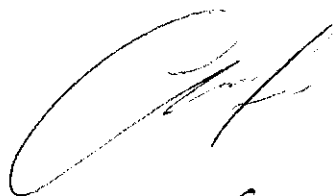
П.Е.Вайтехович

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
«ДИНАМИКА МАШИН И ВИБРОЗАЩИТА»
на 2018/2019 учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание
1	Дополнить информационно-методическую часть: форма контроля знаний при проведении межсессионной аттестации – контрольная работа, защита расчетно-графических работ. Весовые коэффициенты: $K_{\text{межс1}} = 0,2$; $K_{\text{межс2}} = 0,3$; $K_{\text{тек}} = 0,5$	Положение о межсессионной аттестации студентов БГТУ, утвержденное 16.03.2018г. №121

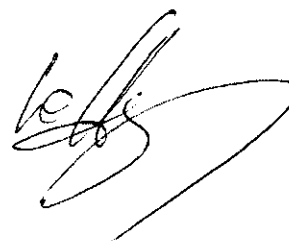
Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры (протокол № 12 от 21.06.2018 г.)

Заведующий кафедрой МиК,
кандидат технических наук, доцент



А. В. Спиглазов

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета ХТиТ,
кандидат технических наук, доцент



Ю. А. Климош