

Северский технологический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(СТИ НИЯУ МИФИ)

Кафедра «Машины и аппараты химических и атомных производств»

ОДОБРЕНО
Ученым советом СТИ НИЯУ МИФИ
протокол № 5 от 28.06.2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

**18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической
технологии, нефтехимии и биотехнологии**

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Машины и аппараты химических производств

Форма обучения: очно-заочная

Семестр	Трудоемкость, ЗЕ	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практические занятия, час.	Лабораторные работы, час.	В форме практической подготовки / в интерактивной форме, час.	СРС, час.	Форма(ы) контроля (Э, З, ДифЗ, КР, КП)
5	5	180	4	8	0	0	168	Экз.
Итого	5	180	4	8	0	0	168	

Аннотация

Рабочая программа дисциплины «Основы механических колебаний» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ и рабочим учебным планом по направлению подготовки (специальности) 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», образовательной программы «Машины и аппараты химических производств».

В результате освоения дисциплины, у выпускника должны быть сформированы следующие результаты обучения (РО):

1) знать:

3.1 основные термины и определения в теории механических колебаний;

3.2 основные методы определения собственных частот изгибных колебаний вращающихся валов

2) уметь:

У.1 применять готовые ПО для расчета собственных частот изгибных колебаний вращающихся валов

3) владеть или быть в состоянии продемонстрировать:

В.1 расчет с помощью ЭВМ и готового ПО собственных частот изгибных колебаний вращающихся валов с учетом их распределенной массы (системы с распределенными параметрами или континуальные системы);

В.2 оформление проведенных расчетов в соответствии с требованиями стандартов

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями освоения дисциплины «Основы механических колебаний» являются:

Изучение основных закономерностей теории механических колебаний.

Основными задачами дисциплины являются:

Ознакомлении будущих инженеров-механиков с современными методами решения практических задач, связанных с расчетом и анализом колебательных процессов

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Основы механических колебаний» (Б1.Б.3.13) -
Общепрофессиональный модуль образовательной программы.

3 Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения

Универсальные и общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	З-ОПК-2 Знать: математические, физические, физико-химические, химические методы расчётов технологических процессов и оборудования с позиций решения задач профессиональной деятельности У-ОПК-2 Уметь: решать поставленные задачи своей профессиональной деятельности, основываясь на математических, физических и химических законах В-ОПК-2 Владеть: основными способами решения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	поставленных задач в области совершенствования технологических процессов и оборудования

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
тип задач профессиональной деятельности: проектный			
1. изучение нормативной документации по направлению деятельности; 2. участие в проектировании объектов профессиональной деятельности, в том числе, с соблюдением нормативных актов РФ в сфере производства; 3. оформление проектно-конструкторских работ, в том числе, с применением современных графических программ; 4. анализ и оперативное изменение схем и режимов работы оборудования	- промышленные установки, включая системы автоматизированного управления; - системы автоматизированного проектирования; - сооружения очистки сточных вод и газовых выбросов, переработки отходов, утилизации теплоэнергетических потоков и вторичных материалов; - методы и средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от антропогенного воздействия; - действующие многоассортиментные производства химической и смежных отраслей промышленности.	ПК-3 Способен оформлять законченные проектно-конструкторские работы с использованием современных компьютерных технологий	З-ПК-3 Знать: основные графические программы и требования ЕСКД Уметь: работать в графических программах с учётом требований ЕСКД У-ПК-3 Уметь: работать в графических программах с учётом требований ЕСКД В-ПК-3 Владеть: настройкой и установкой графических программ на основе современных компьютерных технологий

4 Воспитательный потенциал учебной дисциплины

Воспитательный потенциал дисциплины «Основы механических колебаний» отражен в Рабочей программе воспитания в Северском технологическом институте – филиале федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (<http://www.ssti.ru/education.html>/Информация по образовательным программам).

5 Структура и содержание учебной дисциплины

5.1 Основные разделы дисциплины, трудоемкость и виды учебной работы

Настоящая рабочая программа составлена для формы обучения «очно-заочная» по направлению 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,

нефтехимии и биотехнологии», образовательной программе «Машины и аппараты химических производств».

Общая трудоемкость дисциплины составляет в **зачетных единицах – 5, 180 час.**, обучение по дисциплине проходит в **семестре 5**.

Дисциплина (модуль) содержит **разделы:**

– **раздел 1** – «Модуль 1»

Трудоемкость, формы и график контроля по разделам дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Трудоемкость, формы и график контроля отдельных разделов дисциплины

№	Наименование раздела	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, час				Аттестационные мероприятия		Макс. балл за раздел
		Лекции	Практ. занятия	Лабор. работы	Самост. работа	Текущий контроль (нед/форма)	Аттестация раздела (нед/форма)	
5 семестр (18 недель)								
1	Модуль 1	4	8		132		16/КР1	60
	Экзамен				36			40
Итого за 5 семестр:		4	8		168			100

В таблице 2 представлено соответствие содержания каждого раздела и результатов обучения, что позволяет оценить их вклад в достижение целей курса.

Таблица 2 – Соответствие содержания требуемым результатам обучения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Номера разделов	Аттестационные мероприятия
– Знать: математические, физические, физико-химические, химические методы расчётов технологических процессов и оборудования с позиций решения задач профессиональной деятельности (З-ОПК-2)	1	КР1, Экзамен (5 сем.)
– Уметь: решать поставленные задачи своей профессиональной деятельности, основываясь на математических, физических и химических законах (У-ОПК-2)	1	КР1, Экзамен (5 сем.)
– Владеть: основными способами решения поставленных задач в области совершенствования технологических процессов и оборудования (В-ОПК-2)	1	КР1, Экзамен (5 сем.)
– Знать: основные графические программы и требования ЕСКД Уметь: работать в графических программах с учётом требований ЕСКД (З-ПК-3)	1	КР1, Экзамен (5 сем.)
– Уметь: работать в графических программах с учётом требований ЕСКД (У-ПК-3)	1	КР1, Экзамен (5 сем.)

– Владеть: настройкой и установкой графических программ на основе современных компьютерных технологий (В-ПК-3)	1	КР1, Экзамен (5 сем.)
--	---	-----------------------

5.2 Содержание лекционного курса дисциплины

Содержание лекционного курса дисциплины представлено в таблице 4.

Таблица 3 – Содержание и трудоемкость лекционного курса по разделам в целом по дисциплине

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 1 Модуль 1	
1.1 Основные методы определения собственных частот (критических скоростей) вращающихся валов. Классификация колебаний валов. Понятие критической скорости вала. Невесомый вал с одной сосредоточенной массой. Метод наложения Донкерли. Энергетический метод Рэле. Определение собственных частот крутильных колебаний вала. Метод начальных параметров академика А.Н. Крылова	4
<i>Итого по разделу 1:</i>	4
Всего по теоретическому разделу дисциплины:	4

5.3 Содержание лабораторного практикума

Лабораторный практикум в соответствии с рабочим учебным планом не предусмотрен.

5.4 Тематика практических / семинарских занятий

Тематика практических / семинарских занятий и их трудоемкость представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Тематика и трудоемкость практических / семинарских занятий

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 1 Модуль 1	
1.1 Исследование влияния основных параметров изгибающейся балки при расчете на резонанс.	2
1.2 Составление расчетной схемы исследуемой балки.	2
1.3 Составление алгоритма решения для исследуемой балки. Исследование влияния сопротивления среды и опорных закреплений балки.	2
1.4 Исследование влияния жесткости самой балки. Исследование влияния величины внешней возбуждающей силы.	2
<i>Итого по разделу 1:</i>	8
Всего по практическим / семинарским занятиям дисциплины:	8

5.5 Курсовое проектирование

Курсовая работа/проект в соответствии с рабочим учебным планом не предусмотрены.

6 Образовательные технологии

При проведении лекций используются следующие образовательные технологии: IT-методы.

При проведении практических занятий используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Работа в команде, Обучение на основе опыта.

Для организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Обучение на основе опыта, Проектный метод.

7 Аннотация фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационные мероприятия
ОПК-2	З-ОПК-2	КР1, Экзамен (5 сем.)
ОПК-2	У-ОПК-2	КР1, Экзамен (5 сем.)
ОПК-2	В-ОПК-2	КР1, Экзамен (5 сем.)
ПК-3	З-ПК-3	КР1, Экзамен (5 сем.)
ПК-3	У-ПК-3	КР1, Экзамен (5 сем.)
ПК-3	В-ПК-3	КР1, Экзамен (5 сем.)

Шкалы оценки образовательных достижений. Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего (**60 баллов**) и промежуточного контроля (**40 баллов**). Для допуска к промежуточному контролю по дисциплине студенту в течение календарного модуля необходимо набрать не менее 60% баллов при условии сдачи **всех** дисциплинарных разделов. Раздел считается сданным, если выполнены все виды контроля и набрано по ним не менее 60 % баллов от максимального по разделу.

В соответствии с учебным планом промежуточная аттестация в конце семестра осуществляется в форме Экзамена.

Аттестация в 5 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
Текущая аттестация			
КР1	Контрольная работа	60	36
Сумма:		60	36
Промежуточная аттестация			
Экзамен		40	24
Итого:		100	60

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов по дисциплине	100–90	89–85	84–75	74–70	69–65	64–60	ниже 60
Оценка (ECTS)	A	B	C	D		E	F
Оценка по 4-х балльной шкале	отлично (отл.)	хорошо (хор.)			удовлетворительно (удовл.)		неудовлетворительно (неуд.)
Зачет	Зачтено						Не зачтено

Оценка *«отлично»* выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.

Оценка *«хорошо»* выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка *«удовлетворительно»* выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка *«неудовлетворительно»* выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка *«неудовлетворительно»* ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Вопросы для Экзамена (5 семестр):

- 1 Что представляет собой теория колебаний как наука?
- 2 Почему вопросам расчета конструкций на колебания следует уделять особое внимание?
- 3 Число степеней свободы механической системы. Примеры.
- 4 Роль циклических процессов в природе и обществе.
- 5 Катастрофы мостов, высотных зданий, заводских труб и т.п.
- 6 Влияние колебаний на человеческий организм.
- 7 Механический резонанс.
- 8 Ветровой резонанс.
- 9 Флаттер крыла самолёта, винта вертолёт.
- 10 Колебания полезные.
- 11 Математическая база теории колебаний.
- 12 Основные параметры колебательных процессов. Виды колебаний.
- 13 Вибрация, виброметрия, виброзащита, виброустойчивость, виброиспытания, вибродиагностика.
- 14 Классификация колебательных систем.
- 15 Понятие об операторном уравнении системы.
- 16 Системы с конечным числом степеней свободы и континуальные системы.
- 17 Линейные и нелинейные системы.
- 18 Принцип суперпозиции для линейных систем.
- 19 Стационарные и нестационарные системы.
- 20 Автономные и неавтономные системы.
- 21 Консервативные и неконсервативные системы.
- 22 Автоколебательные системы.
- 23 Классификация колебательных процессов.
- 24 Классификация колебаний валов.
- 25 Критическая скорость вала.

- 26 Определение критической скорости для невесомого вала с одной сосредоточенной массой.
- 27 Метод Донкерли.
- 28 Метод Рэля.
- 29 Метод акад. А.Н. Крылова. Дифференциальное уравнение и его решение.
- 30 Условия закрепления вала (на примерах).
- 31 Условия сопряжения между участками вала (на примерах).
- 32 Определение критических скоростей методом остатка (на примерах).

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

8.1 Основная литература

Л1.1 Венатовская Л. А. Исследование колебаний упругих тел методами компьютерной алгебры [Электронный ресурс] / Венатовская Л. А. - Санкт-Петербург: Лань, 2021 - 32 с.

8.2 Дополнительная литература

Л2.1 Алдошин Г. Т. Теория линейных и нелинейных колебаний [Электронный ресурс] / Алдошин Г. Т. - Санкт-Петербург: Лань, 2021 - 320 с.

Л2.2 Андронов А. А. Теория колебаний / А. А. Андронов, А. А. Витт, С. Э. Хайкин - М.: Наука, 1981 - 568 с.

Л2.3 Скубов Д. Ю. Основы теории нелинейных колебаний [Электронный ресурс] / Скубов Д. Ю. - Санкт-Петербург: Лань, 2021 - 320 с.

Л2.4 Митрофанов Ю. А. Прочность и жёсткость балки при плоском изгибе [Электронный ресурс]: руководство к расчётно-проектировочной работе / Ю. А. Митрофанов, Г. Н. Ларкина; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", Северский технологический институт - филиал НИЯУ МИФИ (СТИ НИЯУ МИФИ) - Северск: Изд-во СТИ НИЯУ МИФИ, 2014 - 36 с.

Л2.5 Митрофанов Ю. А. Расчет вала на жесткость, статическую прочность и сопротивление усталости с помощью ПЭВМ [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю. А. Митрофанов; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", Северский технологический институт - филиал НИЯУ МИФИ (СТИ НИЯУ МИФИ) - Северск: Изд-во СТИ НИЯУ МИФИ, 2015 - 54 с.

9 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины приведено на сайте СТИ НИЯУ МИФИ <http://www.ssti.ru/objects.html>

10 Учебно-методические рекомендации для студентов

Самостоятельная работа студентов – это планируемая учебная и внеаудиторная работа студентов, выполняемая по заданию преподавателя и под его методическим руководством, но без его непосредственного участия.

Целью самостоятельной работы студентов является приобретение новых знаний, систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов.

Лекции. Рекомендации по написанию конспекта лекций: кратко, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения: помечать основные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью

энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь (тезаурис). Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на следующем занятии или консультации.

Практические занятия. Для подготовки к практическому занятию, необходимо повторить теоретический материал по теме с использованием лекций и рекомендуемой литературы.

На занятии желательно иметь конспект лекций (или учебник, учебное пособие), чтобы самостоятельно или с сокурсниками и преподавателем сориентироваться на каждую тему решаемой задачи, поставленной проблемы и пр.

При обсуждении основных положений и выводов, объяснении явлений и фактов, ответа на поставленные вопросы:

1) вырабатываются умения и навыки использовать приобретенные знания для различного рода деятельности;

2) выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументированно и не должно сводиться к простому воспроизведению текста, не допускается и простое чтение конспекта. Необходимо, чтобы выступающий проявлял собственное отношение к тому, о чем он говорит, высказывал свое личное мнение, понимание, обосновывал его и мог сделать правильные выводы из сказанного. При этом студент может обращаться к записям конспекта и лекций, непосредственно к первоисточникам, использовать факты и наблюдения современной жизни и т. д.

Промежуточная аттестация. Для подготовки к промежуточной аттестации студенту необходимо проработать конспекты лекционных и практических занятий, подготовить ответы к вопросам, выносимым на промежуточную аттестацию, при необходимости воспользоваться рекомендуемой литературой.

11 Учебно-методические рекомендации для преподавателей

На лекционных, практических занятиях студентам сообщаются новые сведения, систематизируется и обобщается накопленный запас знаний, формируются на этой основе познавательные и профессиональные интересы. Преподаватель, проводя занятия, должен стремиться увлечь студентов, активно воздействовать на их эмоции, вызвать интерес к учебному предмету, стремление постоянно пополнять знания.

Самостоятельная работа студентов по данному курсу

- Проработка лекционного материала
- Подготовка к практическим занятиям, семинарам
- Подготовка к контрольным работам
- Подготовка к промежуточному контролю: Экзамен (5 семестр)

В течение 5 семестра осуществляется контроль знаний студентов: см. раздел 5.1.

По результатам аттестационных мероприятий формируется допуск студента к итоговому контролю – Экзамену по дисциплине. Студент на Экзамене должен показать знание программного материала, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагать, уметь тесно увязывать теорию с практикой, использовать в ответе материал рекомендуемой литературы.

Автор(ы): В.М. Бродский