

«УТВЕРЖДАЮ»



Первый проректор – проректор ОД

И.Г. Гайрабеков

2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Динамика машин»

Направление подготовки

15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль)

«Оборудование нефтегазопереработки»

Квалификация выпускника

бакалавр

Форма обучения

очная, заочная

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Динамика машин» является формирование у обучающихся системы знаний и практических навыков в области анализа динамических процессов, возникающих в технологических машинах и оборудовании нефтегазопереработки, а также овладение методами расчета колебаний, динамических нагрузок, критических скоростей, балансировки и виброизоляции оборудования.

Задачами изучения дисциплины являются:

- изучение основных понятий динамики машин, расчетных схем и уравнений движения механических систем;
- освоение методов расчета свободных и вынужденных колебаний, резонансных режимов и демпфирования;
- изучение основ роторной динамики насосов, компрессоров, приводов и аппаратов с вращающимися элементами;
- формирование навыков расчета статической и динамической балансировки роторов;
- освоение инженерных методов снижения динамических нагрузок, вибрации и ударных воздействий при эксплуатации оборудования;
- подготовка обучающихся к решению задач повышения надежности и безаварийной эксплуатации технологических машин нефтегазопереработки.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Динамика машин» относится к части Блока 1 «Дисциплины (модули)», формируемой участниками образовательных отношений, и входит в дисциплины по выбору образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, направленность (профиль) «Оборудование нефтегазопереработки».

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.01.02. Рабочая программа разработана с учетом требований ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» и образовательной программы высшего образования ГГНТУ по профилю «Оборудование нефтегазопереработки».

Для изучения дисциплины необходимы знания, умения и навыки, сформированные при освоении дисциплин: математика, физика, теоретическая механика, сопротивление материалов, материаловедение, теория машин и механизмов, детали машин и основы конструирования, основы проектирования.

Дисциплина обеспечивает подготовку к расчету, проектированию, диагностике, эксплуатации и повышению надежности технологических машин и оборудования нефтегазопереработки.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Знает теорию, модели и основные законы в области естественнонаучных и общинженерных дисциплин. ОПК-1.2 Умеет применять методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности. ОПК-1.3 Владеет навыками использования естественнонаучных и общинженерных знаний при решении практических задач.	Знать: основные положения динамики машин, теории колебаний, математические модели механических и роторных систем технологического оборудования. Уметь: составлять расчетные схемы динамических систем, применять методы математического анализа для оценки колебаний, резонансных режимов и динамических нагрузок. Владеть: навыками построения и анализа моделей динамики машин и интерпретации расчетных результатов применительно к оборудованию нефтегазопереработки.
ОПК-12 Способен обеспечивать повышение надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации	ОПК-12.1 Знает принципы работы оборудования, методы повышения надежности технологического оборудования. ОПК-12.2 Умеет рассчитывать показатели надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации. ОПК-12.3 Владеет навыками разработки систем диагностики состояния элементов технологического оборудования.	Знать: влияние динамических нагрузок, колебаний, ударных воздействий и неуравновешенности на надежность технологического оборудования. Уметь: оценивать влияние режимов работы на ресурс машин, выбирать способы демпфирования, виброизоляции и балансировки для повышения надежности. Владеть: навыками обоснования инженерных решений по повышению надежности оборудования на основе анализа его динамического состояния.
ОПК-13 Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов технологических машин и оборудования	ОПК-13.1 Знает основные методы расчета при проектировании деталей и узлов технологических машин и оборудования. ОПК-13.2 Умеет производить необходимые расчеты при проектировании деталей и узлов технологических машин и оборудования. ОПК-13.3 Владеет навыками расчета при проектировании деталей и узлов технологических машин и оборудования.	Знать: стандартные расчетные методы для определения собственных частот, вынужденных колебаний, критических скоростей валов и параметров виброизоляции. Уметь: выполнять инженерные расчеты динамических нагрузок, колебаний, балансировки роторов, виброизоляции и устойчивости режимов работы машин. Владеть: навыками применения стандартных расчетных методик при проектировании и проверке деталей и узлов технологических машин.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Трудоемкость дисциплины по учебным планам НЗ-26 и ЗНЗ-26 составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часов. Для очной формы обучения дисциплина реализуется в 8 семестре, для заочной формы обучения - в 9 семестре.

Вид учебной работы	Всего часов ОФО	Всего часов ЗФО	8 семестр ОФО	9 семестр ЗФО
Контактная работа (всего)	40	12	40	12
в том числе: лекции	20	6	20	6
практические занятия	20	6	20	6
лабораторные занятия	-	-	-	-
Самостоятельная работа (всего)	104	132	104	132
в том числе: реферат	52	36	52	36
подготовка к практическим занятиям	26	48	26	48
подготовка к зачету	26	48	26	48
Вид промежуточной аттестации	зачет	зачет	зачет	зачет
Общая трудоемкость дисциплины, часов	144	144	144	144

Общая трудоемкость дисциплины, з.е.	4	4	4	4
-------------------------------------	---	---	---	---

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

В таблице указано распределение контактной работы по формам обучения: ОФО / ЗФО.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, часы	Практические занятия, часы	Лабораторные занятия, часы	Всего контактных часов
1	Основы динамики технологических машин нефтегазопереработки	4 / 1	4 / 1	- / -	8 / 2
2	Колебательные системы, собственные частоты и формы колебаний	4 / 1	4 / 1	- / -	8 / 2
3	Вынужденные колебания, резонанс и демпфирование	4 / 1	4 / 1	- / -	8 / 2
4	Роторная динамика насосов, компрессоров и приводов	4 / 1	4 / 1	- / -	8 / 2
5	Уравновешивание и балансировка вращающихся элементов машин	2 / 1	2 / 1	- / -	4 / 2
6	Виброизоляция, ударные и переменные нагрузки при эксплуатации оборудования	2 / 1	2 / 1	- / -	4 / 2
	Итого	20 / 6	20 / 6	- / -	40 / 12

5.2. Лекционные занятия

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционного материала	Часы ОФО / ЗФО
1	Основы динамики технологических машин нефтегазопереработки	Предмет и задачи динамики машин. Динамические нагрузки в машинах и аппаратах нефтегазопереработки. Расчетные схемы механизмов, приводов, валов, роторов, насосов и компрессоров. Уравнения движения механических систем.	4 / 1
2	Колебательные системы, собственные частоты и формы колебаний	Свободные колебания систем с одной и несколькими степенями свободы. Собственные частоты и формы колебаний. Влияние жесткости, массы, опор, фундаментов и соединительных муфт на динамические свойства машин.	4 / 1
3	Вынужденные колебания, резонанс и демпфирование	Вынужденные колебания при периодических возмущающих силах. Резонансные режимы технологических машин. Диссипация энергии, демпфирование, динамические гасители колебаний. Учет внешнего и внутреннего трения.	4 / 1
4	Роторная динамика насосов, компрессоров и приводов	Поперечные колебания валов и роторов. Критические скорости вращения. Прецессионное движение. Гироскопические эффекты. Динамика роторов насосного, компрессорного и вентиляторного оборудования.	4 / 1
5	Уравновешивание и балансировка вращающихся элементов машин	Статическая и динамическая неуравновешенность. Условия уравновешенности роторов. Расчет корректирующих масс. Балансировка валов, рабочих колес, муфт и других вращающихся элементов технологических машин.	2 / 1
6	Виброизоляция, ударные и переменные нагрузки при эксплуатации оборудования	Виброизоляция машин и фундаментов. Динамические нагрузки при пуске, останове, изменении режимов работы и аварийных ситуациях. Ударные воздействия, защита оборудования и персонала, мероприятия по снижению вибрации.	2 / 1

5.3. Практические занятия

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание практического занятия	Часы ОФО / ЗФО
1	Составление расчетной схемы динамической системы	Построение расчетной схемы привода технологической машины; определение приведенных масс, моментов инерции, жесткостей и сопротивлений.	4 / 1
2	Расчет собственных частот механической системы	Определение собственных частот и форм колебаний системы с одной и несколькими степенями свободы; анализ влияния жесткости опор и массы оборудования.	4 / 1
3	Расчет вынужденных колебаний и резонансных режимов	Построение амплитудно-частотной характеристики; определение опасных режимов работы; выбор параметров демпфирования и динамического гасителя.	4 / 1
4	Расчет критических скоростей ротора	Оценка критических скоростей вращения валов насосного и компрессорного оборудования; анализ влияния дисков, муфт, подшипников и гироскопических эффектов.	4 / 1
5	Балансировка вращающихся элементов машин	Расчет статической и динамической балансировки ротора; подбор корректирующих масс и мест их установки.	2 / 1
6	Расчет виброизоляции оборудования	Определение параметров виброизоляторов для машин и фундаментов; оценка коэффициента передачи вибрации и эффективности защиты.	2 / 1

5.4. Лабораторный практикум

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены.

6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине

Самостоятельная работа направлена на закрепление лекционного материала, подготовку к практическим занятиям, выполнение реферата и подготовку к зачету. Объем самостоятельной работы составляет 104 часа для очной формы обучения и 132 часа для заочной формы обучения.

6.1. Темы рефератов

1. Динамические нагрузки в машинах и аппаратах нефтегазопереработки.
2. Расчетные модели приводов, валов, роторов и технологических машин.
3. Свободные колебания систем с одной степенью свободы.
4. Собственные частоты и формы колебаний механических систем.
5. Вынужденные колебания и резонансные режимы технологического оборудования.
6. Демпфирование колебаний и динамические гасители.
7. Поперечные колебания валов насосов и компрессоров.
8. Критические скорости вращения роторов.
9. Гироскопические эффекты в роторных системах.
10. Статическая и динамическая балансировка роторов.
11. Виброизоляция технологических машин и фундаментов.
12. Ударные нагрузки при эксплуатации оборудования.
13. Влияние колебаний и вибрации на ресурс и надежность машин.
14. Динамическая диагностика технического состояния оборудования нефтегазопереработки.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы включает основную и дополнительную литературу, электронные библиотечные системы, материалы кафедры, нормативно-технические документы и справочные материалы по динамике машин, вибрации, надежности и эксплуатации оборудования.

7. Оценочные средства

7.1. Образец текущего контроля

1. Составить расчетную схему привода технологической машины с учетом упругости валов и муфт.
2. Определить собственную частоту системы «машина - фундамент».
3. Рассчитать амплитуду вынужденных колебаний при заданной возмущающей силе.
4. Определить опасность резонансного режима и предложить способ его устранения.
5. Оценить критическую скорость вращения вала с диском.
6. Рассчитать корректирующую массу при статической балансировке ротора.
7. Определить эффективность виброизолятора по коэффициенту передачи вибрации.
8. Проанализировать причины повышенной вибрации насосного или компрессорного агрегата.

7.2. Вопросы к зачету

1. Предмет и задачи дисциплины «Динамика машин».
2. Динамические нагрузки в технологических машинах нефтегазопереработки.
3. Расчетные схемы механических систем.
4. Масса, жесткость и демпфирование как параметры динамической системы.
5. Уравнение движения системы с одной степенью свободы.
6. Свободные колебания механической системы.
7. Собственная частота и период колебаний.
8. Формы колебаний систем с несколькими степенями свободы.
9. Влияние жесткости опор и фундаментов на динамику машин.
10. Вынужденные колебания под действием периодической силы.
11. Резонанс и причины возникновения резонансных режимов.
12. Амплитудно-частотная характеристика колебательной системы.
13. Демпфирование колебаний: виды и расчетное представление.
14. Внутреннее и внешнее трение при колебаниях машин.
15. Динамические гасители колебаний.
16. Роторная динамика технологических машин.
17. Поперечные колебания вращающихся валов.
18. Критические скорости вращения валов и роторов.
19. Прецессионное движение ротора.
20. Гирокопические эффекты в роторных системах.
21. Влияние дисков, муфт и подшипников на динамику ротора.
22. Неуравновешенность ротора и ее виды.
23. Статическая балансировка вращающихся элементов.
24. Динамическая балансировка роторов.
25. Расчет корректирующих масс при балансировке.
26. Уравновешивание масс, движущихся поступательно.
27. Виброизоляция машин и оборудования.
28. Коэффициент передачи вибрации.
29. Расчет параметров виброизолятора.

30. Виброизоляция фундаментов технологических машин.
31. Ударные воздействия на элементы машин.
32. Динамические нагрузки при пуске и останове оборудования.
33. Динамика насосных агрегатов.
34. Динамика компрессорных агрегатов.
35. Влияние вибрации на надежность технологического оборудования.
36. Динамические признаки неисправностей машин.
37. Методы снижения динамических нагрузок в приводах.
38. Роль муфт в снижении динамических нагрузок.
39. Инженерные мероприятия по предупреждению повышенной вибрации.
40. Использование результатов динамического анализа при техническом обслуживании оборудования.

7.3. Образец билета к зачету

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени академика М. Д. Миллионщикова

Дисциплина: «Динамика машин»

Билет № 1

1. Критические скорости вращения валов и роторов.
2. Расчет параметров виброизолятора.

Доцент кафедры ТМО _____

Зав. кафедрой ТМО _____

7.4. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, шкалы оценивания

Компетенция	Показатель оценивания	Менее 41 балла неудовлетворительно	41–60 баллов удовлетворительно	61–80 баллов хорошо	81–100 баллов отлично	Оценочное средство
ОПК-1	Знания динамики машин и умение строить математические модели механических и роторных систем.	Фрагментарные знания; не формирует расчетную схему и допускает принципиальные ошибки.	Применяет основные зависимости по образцу с помощью преподавателя.	Корректно строит расчетные схемы и выполняет анализ, допуская отдельные неточности.	Самостоятельно выбирает модель, уверенно анализирует динамическую систему и проверяет результаты.	Текущий контроль, расчетные задания, зачет
ОПК-12	Способность оценивать влияние динамических нагрузок на надежность и обосновывать меры их снижения.	Не учитывает влияние колебаний и неустойчивости на ресурс оборудования.	Учитывает отдельные факторы надежности с помощью преподавателя.	Правильно выбирает способы демпфирования, балансировки и виброизоляции с небольшими неточностями.	Комплексно оценивает динамическое состояние и обосновывает эффективные меры повышения надежности.	Практические задания, реферат, зачет
ОПК-13	Владение стандартными расчетами собственных частот, вынужденных колебаний, критических скоростей и балансировки.	Не владеет стандартными методами расчета и допускает принципиальные ошибки.	Выполняет отдельные типовые расчеты с частичной помощью.	Самостоятельно выполняет основные расчеты, допускает небольшие ошибки.	Уверенно выполняет комплекс расчетов, сопоставляет результаты и обосновывает инженерные решения.	Практические расчетные задания, зачет

Оценочные средства: практические задания, устный опрос, реферат/доклад, вопросы к зачету. Оценивание проводится с учетом полноты ответа, корректности расчетов, владения терминологией, умения применять методы динамического анализа к задачам эксплуатации и надежности оборудования нефтегазопереработки.

8. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с инвалидностью и лиц с ограниченными возможностями здоровья используются адаптированные оценочные средства, позволяющие оценить достижение запланированных результатов обучения и уровень сформированности компетенций.

Форма проведения текущей аттестации устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей обучающихся: устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования или в иной доступной форме. При необходимости обучающемуся предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете.

Обучающиеся обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации; при необходимости допускается использование ассистента, специальных технических средств, укрупненного шрифта, электронных документов и звукоусиливающей аппаратуры.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Основная литература

1. Бидерман, В. Л. Теория механических колебаний : учебник для вузов / В. Л. Бидерман. – Москва : Высшая школа, 1980. – 408 с.
2. Светлицкий, В. А. Сборник задач по теории колебаний : учебное пособие для вузов / В. А. Светлицкий. – 2-е изд., перераб. – Москва : Высшая школа, 1979. – 368 с.

3. Тимошенко, С. П. Колебания в инженерном деле / С. П. Тимошенко, Д. Х. Янг, У. Уивер. – Москва : Машиностроение, 1985. – 472 с.
4. Вибрации в технике : справочник : в 6 т. Т. 1 : Колебания линейных систем / под ред. В. В. Болотина. – Москва : Машиностроение, 1978. – 352 с.

9.2. Дополнительная литература

1. Генкин, М. Д. Виброакустическая диагностика машин и механизмов / М. Д. Генкин, А. Г. Соколова. – Москва : Машиностроение, 1987. – 288 с.

9.3. Нормативные документы и электронные ресурсы

1. Электронно-библиотечная система «Лань» : сайт. – URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 19.06.2026).
2. Национальная электронная библиотека : сайт. – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 19.06.2026).

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лекционных занятий используется аудитория, оснащенная доской, мультимедийным проектором, экраном и компьютером для демонстрации презентационных материалов, расчетных схем и учебных видеоматериалов.

Для проведения практических занятий используются учебные аудитории и лабораторная база кафедры «Технологические машины и оборудование», наглядные пособия, детали и узлы технологического оборудования, справочные материалы, расчетные таблицы, персональные компьютеры с программным обеспечением для выполнения инженерных расчетов и обработки результатов.

Составитель:

Ст. преподаватель кафедры «ТМО »



/Ахъядов Р. И. /

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой «ТМО»



/А.А. Эльмурзаев/

Директор ДУМР



/Магомаева М.А./