МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Альметьевский государственный нефтяной институт»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор АГНИ
Иванов А.Ф.
«21» 06 2019г.

Рабочая программа дисциплины Б1.В.07

ОСНОВЫ ТЕОРИИ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ В НЕФТЕПРОМЫСЛОВОМ ДЕЛЕ И ЗАЩИТА ОТ ВИБРАЦИЙ

Направление подготовки: 15.04.02. – «Технологические машины и оборудование»

Направленность (профиль) программы: Проектирование нефтяного оборудования

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очная, заочная

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Автор	А.С. Галеев		21.06.19
Рецензент	Г.И. Бикбулатова		21.06.19
Зав. обеспечивающей (выпускающей) кафедрой нефтегазового оборудования и технологии машиностроения	Г.И. Бикбулатова		21.06.19

Альметьевск, 2019г.

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
   4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине
   4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине
6. Фонд оценочных средств по дисциплине
   6.1. Перечень оценочных средств
   6.2. Уровень освоения компетенций и критерии оценивания результатов обучения
   6.3. Варианты оценочных средств
   6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной, дополнительной учебной литературы и учебно-методических изданий, необходимых для освоения дисциплины
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин
10. Перечень программного обеспечения
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся лиц с ограниченными возможностями здоровья

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Аннотация рабочей программы дисциплины
Приложение 2. Лист внесения изменений
Приложение 3. Фонд оценочных средств

Рабочая программа дисциплины **«Основы теории механических колебаний в нефтепромысловом деле и защита от вибраций»** разработана д.т.н., профессором кафедры нефтегазового оборудования и технологии машиностроения **Галеевым А.С.**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции обучающегося формируемые в результате освоения дисциплины «Основы теории механических колебаний в нефтепромысловом деле и защита от вибраций»:

Оцениваемые компетенции (код, наименование)	**Результаты освоения компетенции**	**Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации**
ОПК-1 Способностью выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении.	**Знать:** – принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности разрабатываемых и используемых машин и оборудования; – принципы оценки надежности технических систем. **Уметь:** – оценивать возможное использование достижений научно-технического прогресса в нефтегазовом производстве; – инициировать создание, разрабатывать и проводить экспериментальную проверку инновационных технологий нефтегазового производства; – обосновывать оптимальные технические, технологические, и показатели характеризующие технологические процессы; **Владеть:** – навыками обоснования вибрационных характеристик проектируемого и уже существующего оборудования.	**Текущий контроль:** - компьютерное тестирование по темам 1-3; - практические задачи по теме 2. - лабораторные работы по темам 1-3. **Промежуточная аттестация:** зачет.
ПК-20 Способностью разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере,	**Знать:** – принципы действия, технические характеристики, конструктивные особенности разрабатываемых и используемых машин и оборудования; **Уметь:** – составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов;	**Текущий контроль:** - компьютерное тестирование по темам 1-3; - практические задачи по темам 1,2; - лабораторные

разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов.	– обосновывать технические, технологические показатели характеризующие технологические процессы; **Владеть:** – навыками осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования; – методикой выполнения подготовки научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований.	работы по темам 1-3. **Промежуточная аттестация:** зачет.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Дисциплина «Основы теории механических колебаний в нефтепромысловом деле и защита от вибраций» входит в состав Блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к вариативной части ОПОП по направлению подготовки 15.04.02 – «Технологические машины и оборудование» направленность (профиль) программы «Проектирование нефтяного оборудования».

Осваивается на 1 курсе в 1 семестре[1]/ на 1 курсе [2].

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

Контактная работа обучающихся с преподавателем:

- лекции 12 ч.[1]/4 ч. [2];
- практические занятия 6 ч. [1]/6 ч. [2];
- лабораторные работы 12 ч./6 ч. [2];
- КСР 4 ч. [1]/2 ч. [2]

Самостоятельная работа 38 ч. [1]/50 ч. [2]

Форма промежуточной аттестации дисциплины: зачет в 1 семестре[1]/ на 1 курсе[2].

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине

[1] Очная форма обучения

[2] Заочная форма обучения

Тематический план дисциплины

Очная форма обучения

№ п/п	Тема дисциплины	семестр	Виды контактной работы, их трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	КСР	
1.	Диагностика оборудования на основе анализа колебаний	1	4	4	4		12
2.	Управление трением при раскреплении резьбовых соединений НКТ путем наложения ультразвуковых колебаний	1	4	2	2	2	13
3.	Уменьшение потерь осевой нагрузки на забой путем возбуждения продольных колебаний бурильного инструмента	1	4	-	6	2	13
	Итого по дисциплине		**12**	**6**	**12**	**4**	**38**

Заочная форма обучения

№ п/п	Тема дисциплины	Курс	Виды контактной работы, их трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	КСР	
1.	Диагностика оборудования на основе анализа колебаний	1	2	2	2	2	12
2.	Управление трением при раскреплении резьбовых соединений НКТ путем наложения ультразвуковых колебаний	1		2	2		12
3.	Уменьшение потерь осевой нагрузки на забой путем возбуждения продольных колебаний бурильного инструмента	1	2	2	2	-	26
Итого по дисциплине			**4**	**6**	**6**	**2**	**50**

4.2 Содержание дисциплины

Тема	Кол-во часов	Используемый метод	Формируемые компетенции
Дисциплинарный модуль 1.1			
Тема 1. Диагностика оборудования на основе анализа колебаний (12 ч.)			
Лекция 1,2. Основные понятия теории колебаний. Спектральная диагностика насосного оборудования. Ультразвуковое обследование станков – качалок СШНУ	4		ОПК-1
Практическое занятие 1,2. Диагностика агрегатов по спектрам вибрации подшипников	4	*творческое задание(2ч)*	ПК-20
Лабораторная работа 1. Явления теории колебаний на модели насосной станции.	2		ПК-20
Лабораторная работа 2. Диагностика редуктора СК.	2		ОПК-1
Тема 2. Управление трением при раскреплении резьбовых соединений НКТ путем наложения ультразвуковых колебаний (8 ч.)			
Лекция 3. Проблема развинчивания НКТ при ремонтах скважин. Трение. Снижение сил трения путем возбуждения колебаний	2	*Групповое обсуждение*	ОПК-1
Лекция 4. Исследование Миндияровой о влиянии ультразвуковых колебаний на трение в резьбовом соединении НКТ	2		ОПК-1 ПК-20
Практическое занятие 3. Оценка сил трения в резьбовом соединении НКТ.	2	*творческое задание*	ОПК-1 ПК-20
Лабораторная работа 3. Снятие временной характеристики процесса свинчивания – развинчивания НКТ на стенде «БУ-131».	2		ОПК-1 ПК-20
Дисциплинарный модуль 1.2			
Тема 3. Уменьшение потерь осевой нагрузки на забой путем возбуждения продольных колебаний бурильного инструмента (10 ч.)			
Лекция 5, 6. Проблема создания осевой нагрузки на забой при бурении горизонтальных скважин. Снижение сил трения колонны о стенки скважины путем возбуждения продольных колебаний. Гидравлические вибраторы для бурильной колонны	4	*Ситуационный анализ*	ОПК-1
Лабораторная работа 4. Снятие виброграмм в процессе спуска, подъема и бурения на стенде «БУ-131»	2		ОПК-1 ПК-20
Лабораторное занятие 5,6 (Лабораторная работа 5). Моделирование колебательных процессов средствами «Working Model».	4		ОПК-1 ПК-20

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию преподавателя, без его непосредственного участия и направлена на самостоятельное изучение отдельных аспектов тем дисциплины.

Цель самостоятельной работы – подготовка современного компетентного специалиста и формирования способностей и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

Самостоятельная работа способствует формированию аналитического и творческого мышления, совершенствует способы организации исследовательской

деятельности, воспитывает целеустремленность, систематичность и последовательность в работе студентов, обеспечивает подготовку студента к текущим контактным занятиям и контрольным мероприятиям по дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности студента на занятиях и в качестве выполненных тестовых заданий, и других форм текущего контроля.

Самостоятельная работа может включать следующие виды работ:

- изучение понятийного аппарата дисциплины;
- проработка тем дисциплины, поиск информации в электронных библиотечных системах;
- подготовка к лабораторным работам, практическим занятиям;
- работа с основной и дополнительной литературой, представленной в рабочей программе;
- подготовка к промежуточной аттестации;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку;
- работа в электронных библиотечных системах, справочных, справочно-поисковых и иных системах.

Темы для самостоятельной работы обучающегося, порядок их контроля по дисциплине «Основы теории механических колебаний в нефтепромысловом деле и защита от вибраций» приведены в методических указаниях:

Галеев А.С. Основы теории механических колебаний в нефтепромысловом деле и защита от вибраций: методические указания по проведению практических занятий и организации самостоятельной работы по дисциплине «Основы теории механических колебаний в нефтепромысловом деле и защита от вибраций» для магистров направления подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование очной формы обучения. – Альметьевск: АГНИ, 2019. – 13с.

6. Фонд оценочных средств по дисциплине

Основной целью формирования ФОС по дисциплине «Основы теории механических колебаний в нефтепромысловом деле и защита от вибраций» является создание материалов для оценки качества подготовки обучающихся и установления уровня освоения компетенций.

Полный перечень оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине приведен в Фонде оценочных средств (приложение 3 к данной рабочей программе).

Текущий контроль освоения компетенций по дисциплине проводится при изучении теоретического материала, решении задач на практических занятиях, сдаче отчетов по лабораторным работам.

Итоговой оценкой освоения компетенций является промежуточная аттестация в форме зачета.

6.1. Перечень оценочных средств

Этапы формирования компетенций	Вид оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
Текущий контроль			
1	Лабораторная работа	Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся. Задания в лабораторных работах должны включать элемент командной работы. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и оценить уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, а также навыков практического мышления. Позволяет оценить способность к профессиональным трудовым действиям	Темы, задания для выполнения лабораторных работ, вопросы к их защите
2	Тестирование компьютерное	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося по соответствующим компетенциям. Обработка результатов тестирования на компьютере обеспечивается специальными программами. Позволяет проводить самоконтроль (репетиционное тестирование), может выступать в роли тренажера при подготовке к зачету или экзамену	Банк тестовых заданий
3	Практическая задача	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задача должна быть направлена на оценивание тех компетенций, которые подлежат освоению в данной дисциплине, должна содержать четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект задач
Промежуточная аттестация			
4	Зачет	Зачет выставляется по результатам текущей работы в семестре без дополнительного опроса	

6.2. Уровень освоения компетенций и критерии оценивания результатов обучения

№ п/п	Оцениваемые компетенции (код, наименование)	Планируемые результаты обучения	Уровень освоения компетенций			
			Продвинутый уровень	Средний уровень	Базовый уровень	Компетенции не освоены
			Критерии оценивания результатов обучения			
			«отлично» (от 86 до 100 баллов)	«хорошо» (от 71 до 85 баллов)	«удовлетворительно» (от 55 до 70 баллов)	«неудовлетв.» (менее 55 баллов)
1	**ОПК-1** Способностью выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении.	**Знать:** – методы построения математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов; –	Сформированые систематические представления о методах построения математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов;	Сформированы содержащие отдельные пробелы представления о методах построения математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов;	Неполные представления о методах построения математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов;.	Фрагментарные представления о методах построения математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов;
		Уметь: – выбирать необходимое программное обеспечение для построения модели; – проводить прикладные научные исследования с помощью моделей;	Сформировано умение выбирать необходимое программное обеспечение для построения модели; проводить прикладные научные исследования с помощью моделей	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение выбирать необходимое программное обеспечение для построения модели; проводить прикладные научные исследования с помощью моделей	В целом успешное, но не систематическое умение выбирать необходимое программное обеспечение для построения модели; проводить прикладные научные исследования с помощью моделей	Фрагментарное умение выбирать необходимое программное обеспечение для построения модели; проводить прикладные научные исследования с помощью моделей
		Владеть: – навыками работы в прикладных программах моделирования; алгоритмами анализа экспериментов, обоснования основных преимуществ принятых технических решений.	Успешное и систематическое владение навыками работы в прикладных программах моделирования; алгоритмами анализа экспериментов, обоснования основных преимуществ принятых	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками работы в прикладных программах моделирования; алгоритмами анализа экспериментов, обоснования основных преимуществ принятых	В целом успешное, но не систематическое владение навыками работы в прикладных программах моделирования; алгоритмами анализа экспериментов, обоснования основных преимуществ принятых технических решений	Фрагментарное владение навыками работы в прикладных программах моделирования; алгоритмами анализа экспериментов, обоснования основных преимуществ принятых технических решений

			технических решений.	технических решений		
2	**ПК-20** Способностью разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов.	**Знать:** – принципы работы, конструкции машин, приводов, механических систем и законы, описывающие их работу; – основные принципы, требования и условия построения моделей	Сформированы систематические представления о принципах работы, конструкциях машин, приводов, механических систем и законах, описывающих их работу, основных принципах, требованиях и условиях построения моделей	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о принципах работы, конструкциях машин, приводов, механических систем и законах, описывающих их работу, основных принципах, требованиях и условиях построения моделей	Неполные представления о стадиях разработки конструкторской документации, о принципах работы, конструкциях машин, приводов, механических систем и законах, описывающих их работу, основных принципах, требованиях и условиях построения моделей	Фрагментарные представления о стадиях разработки конструкторской документации, о принципах работы, конструкциях машин, приводов, механических систем и законах, описывающих их работу, основных принципах, требованиях и условиях построения моделей
		Уметь: – разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов; – разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов;	Сформировано умение разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов; разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов;	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов; разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов;	В целом успешное, но не систематическое умение разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов; разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов;	Фрагментарное умение разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов; разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов;
		Владеть: – навыками построения математических моделей в прикладных программах моделирования;	Успешное и систематическое владение навыками построения математических моделей в прикладных программах моделирования	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками построения математических моделей в прикладных программах моделирования	В целом успешное, но не систематическое владение навыками построения математических моделей в прикладных программах моделирования	Фрагментарное владение навыками построения математических моделей в прикладных программах моделирования общего назначения

6.3. Варианты оценочных средств

6.3.1. Тестирование компьютерное

6.3.1.1.Порядок проведения

Тестирование компьютерное по дисциплине «Основы теории механических колебаний в нефтепромысловом деле и защита от вибраций» проводится два раза в течение семестра. Банк тестовых заданий содержит список вопросов и различные варианты ответов.

6.3.1.2. Критерии оценивания

Результат теста зависит от количества вопросов, на которые был дан правильный ответ.

6.3.1.2. Содержание оценочного средства

Код компетенции	Вопросы	Варианты ответов				
		1	2	3	4	5
Дисциплинарный модуль 1.1.						
ОПК-1	Вопрос: Допустимый уровень вибрации привода основных механизмов под нагрузкой, мм/с	2.8	4.5	7.1	11.2	18
	Вопрос: Каким прибором можно обнаружить расслабление соединения	Весы	Микрометр	Манометр	Рулетка	Виброметр
ПК-20	Чему равно число линий в спектральном представлении моногармонического колебания	1	2	3	4	5
	Амплитуда вибрации измеряется в	метрах	Герцах	Ньютонах	Секундах	Веберах
	Период колебаний земли вокруг солнца составляет	145378 сек	24 часа	3-4 месяца	678 суток	52..53 недели

6.3.2. Лабораторные работы

6.3.2.1. Порядок проведения

Лабораторные работы выполняются обучающимися самостоятельно во время аудиторных занятий, в учебной аудитории для проведения занятий лабораторного типа, оснащённой соответствующим оборудованием. Обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. По завершению лабораторных исследований проводится защита лабораторных работ. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области. Ответ студента оценивается преподавателем в соответствии с установленными критериями.

6.3.2.2. Критерии оценивания

Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся (максимальный балл по каждой лабораторной работе приведен в п. 6.4), если обучающимся:

- оборудование и методы использованы правильно, проявлена продвинутая теоретическая подготовка, необходимые навыки и умения

полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.

Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающимся:

- оборудование и методы использованы в основном правильно, проявлена средняя теоретическая подготовка, необходимые навыки и умения в основном освоены, результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.

Баллы в интервале 55-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- оборудование и методы частично использованы правильно, проявлена базовая теоретическая подготовка, необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.

Баллы в интервале 0-54% от максимальных ставятся, если обучающимся:

- оборудование и методы использованы неправильно, проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка, необходимые навыки и умения не освоены, результат лабораторной работы не соответствует её целям.

6.3.2.3. Содержание оценочного средства

Пример задания для оценки сформированности компетенции ПК-20:

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1
Явления теории колебаний на модели насосной станции

Цель занятия – Закрепление основных понятий теории колебаний.

Ход работы

1. Получить задание от преподавателя.
2. Изучить теоретическую часть.
3. Выполнить задание.
4. Оформить отчет о проделанной работе.

Отчет по выполненной работе

Отчет по работе выполняется в свободной форме. Следует записать основные положения, согласно порядку проведения занятия. Отчет должен содержать ответы на вопросы и построенные графики с комментариями.

Общие сведения

Основные явления теории колебаний

Колебательное движение очень распространено в природе и технике. Для систем, механизмов, совершающих колебательное движение характерно наличие положения устойчивого равновесия при выходе из которого возникают силы, пытающиеся вернуть систему в положение равновесия. Простейшей формой колебательного движения является моногармоническое колебание, при котором движение точки описывается гармонической функцией

$$u = U \cdot \sin\left(2\pi \cdot f \cdot t + \varphi\right)$$

где u -перемещение точки, м;

U - амплитуда колебаний, м;

π = 3.1416;

f - частота колебаний \число колебаний за одну секунду\, Гц;

φ - начальная фаза колебаний, рад;

$2 \cdot \pi \cdot f \cdot t + \varphi$ - фаза колебаний, рад.

Моногармоническое колебание - движение п е р и о д и ч е с к о е, т.е. движение повторяется с некоторым шагом \периодом\ во времени. Период T связан с частотой колебаний следующим образом

$$T = \frac{1}{f} \text{ , (с)}$$

Наряду с перемещением движение можно определять через скорость и ускорение

$$v = \frac{du}{dt} = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot U \cdot \cos\left(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t + \varphi\right) = V \cdot \sin\left(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t + \left(\varphi + \pi/2\right)\right)$$

$$w = \frac{dv}{dt} = -4 \cdot f^2 \cdot \pi^2 \cdot U \cdot \sin\left(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t + \varphi\right) = W \cdot \sin\left(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t + \left(\varphi + \pi\right)\right)$$

В случае моногармонических колебаний функции u, v, w являются гармоническими с одним и тем же периодом. Эти три величины в равной мере используются при анализе колебаний. Это связано с применением разных первичных преобразователей (вибродатчиков) и широким диапазоном частот на которых производится анализ. В дальнейшем во многих случаях удобно говорить о вибросигнале колебаний, не указывая конкретную величину (U, V, W) .

Величина $\omega = 2\pi \text{ f} = 2\pi/\text{T}$ в теории колебаний называется угловой (циклической) частотой колебаний.

П о л и г а р м о н и ч е с к и е к о л е б а н и я - это совокупность нескольких одновременно совершающихся моногармонических колебаний.

$$x(t) = A_1 \cdot \sin\left(2 \cdot \pi \cdot f_1 \cdot t + \varphi_1\right) + A_2 \cdot \sin\left(2 \cdot \pi \cdot f_2 \cdot t + \varphi_2\right) + A_3 \cdot \sin\left(3 \cdot \pi \cdot f_3 \cdot t + \varphi_3\right) + \text{K}$$

Если периоды всех слагаемых колебаний соизмеримы, то общее движение в конечном счете будет периодическим, если эти периоды несоизмеримы, то движение будет "почти" периодическим.

Любой периодический вибросигнал может быть представлен суммой (конечной или бесконечной) моногармонических вибросигналов с частотами кратными некоторой основной. Основная частота связана с периодом вибросигнала следующей зависимостью $f_0 = 1/T$

Таким образом, любой периодический сигнал является полигармоническим. Каждая из отдельных моногармонических слагающих периодического сигнала называется гармоникой. Для различения гармоник их обычно нумеруют:

первая гармоника - гармоника с частотой f1=1*f0

вторая гармоника - ..... f2=2*f0
третья гармоника - ..... f3=3*f0
и т.д.

Представление колебаний в виде суммы моногармоник называют спектральным. Эту сумму принято представлять в графическом виде в виде зависимости амплитуды от частоты (спектр).

В зависимости от характера колебаний спектр может быть дискретным (периодический сигнал) или непрерывным (не периодический сигнал).

Спектральный анализ широко используется при распознавании неисправностей насосных агрегатов. Реализуется при помощи анализаторов спектра, цифровых и аналоговых. Для этих же целей возможно использование магазина фильтров, который позволяет вырезать интересующую полосу частот и провести измерения в этой полосе.

При любых колебаниях реальных объектов наряду с периодической составляющей присутствует также случайная, непериодическая составляющая. В механизмах совершающих регулярное движение, в том числе и в насосах, случайная составляющая колебаний мала по сравнению с периодической составляющей. Влияние случайной составляющей проявляется в том, что показания приборов изменяются от замера к замеру. Обычно многие приборы оснащены функцией усреднения, позволяющей сглаживать пульсацию показаний прибора. Случается, однако, что плавание показаний связано и с регулярными процессами, но происходящими на низких частотах, таких что период колебаний сопоставим с временем измерения. Пульсация показаний возможна и при наличии двух высокочастотных колебаний с близкими частотами. В результате сложения таких колебаний образуются биения - почти гармонические колебания, амплитуда A(t) которых является колеблющейся функцией времени с периодом, большим по сравнению с периодом несущего колебательного процесса [5].

$$X = A\left(t\right) \cdot \sin\left(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t\right)$$

В простейшем случае биения можно получить при наложении двух гармонических колебаний с близкими частотами f_1 и f_2

Результирующая амплитуда в этом случае, равная

$$A(t) = \sqrt{\left(A_1{}^2 + A_2{}^2 + 2 \cdot A_1 \cdot A_2 \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot \left(f_1 - f_2 \right) \cdot t) \right)}$$

будет изменяться периодически во времени с частотой $\left(\left|f_1 - f_2\right|\right)$ и периодом

$$T = 1 / \left(\left|f_1 - f_2\right|\right)$$

где A_1, A_2 - амплитуды составляющих колебаний

f_1, f_2 - близкие частоты составляющих колебаний

Биения - это периодические изменения амплитуды *A* при постоянной частоте. На практике возникают при одновременной работе двух насосов, вентиляторов и др.

Колебания любого объекта (системы) всегда возникают под действием тех или иных причин: кратковременный толчок или отклонение деформируемой системы от положения равновесия, действие периодически прилагаемой внешней силы, действие периодической силы, возмущение, связанное с периодическим изменением параметров системы и др.

С в о б о д н ы е колебания - это колебания, вызванные начальным отклонением системы, и протекающие без дальнейшего активного внешнего воздействия. В процессе свободных колебаний элементы конструкции в некоторых случаях могут двигаться согласованно друг с другом. Эти способы согласования называют собственными формами колебаний. Частоты на которых реализуются собственные формы колебаний называются собственными частотами конструкции. Так рассматривая свободные поперечные колебания закрепленной по концам струны можно говорить о форме колебаний с одним горбом, двумя, тремя и т.д. Эти формы, так называемые "стоячие волны" реализуются только при определенных начальных состояниях струны. Каждой форме соответствует своя с о б с т в е н н а я частота. Число таких форм и частот - бесконечно. Как правило, при рассмотрении практических приложений достаточно ограничиться рассмотрением нескольких собственных форм с минимальными частотами.

В ы н у ж д е н н ы е колебания - это колебания, происходящие под действием внешних периодических сил. Вынуждающие силы вызывают колебания агрегата на частоте возбуждения вынуждающей силы.

Для роторных агрегатов основными вынуждающими силами являются силы инерции неуравновешенных масс. Сила инерции периодическая с периодом равным времени оборота ротора. Направление этой силы меняется с частотой равной частоте вращения ротора. Амплитуда этих колебаний зависит от величины дисбаланса, частоты вращения, близости собственных частот к частоте вращения.

При приближении частоты вращения к одной из собственных частот конструкции происходит резкое нарастание амплитуды вынужденных колебаний -

Р е з о н а н с. Это явление очень хорошо наблюдается на БКНС при выбеге электродвигателя, раскрученного вхолостую. В некоторый момент начинают интенсивно дребезжать стекла, затем по мере снижения оборотов начинают вибрировать трубы и батареи отопления, затем начинает ходить пол и т.д. Работа насосного агрегата в режиме резонанса губительна для агрегата.

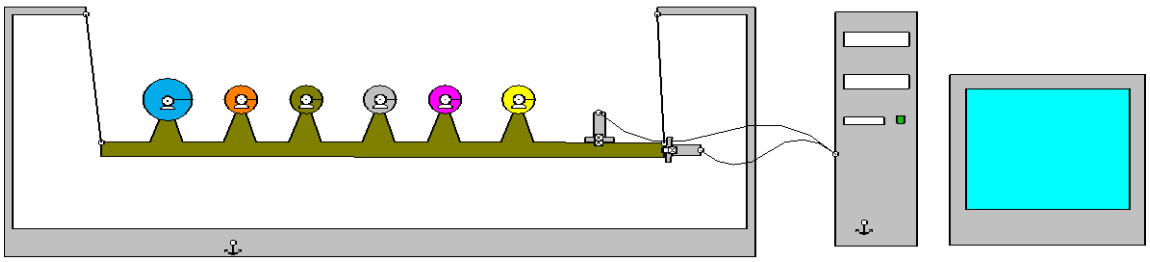
Другим примером вынуждающих сил являются электромагнитные силы, возникающие вследствии эксцентриситета, допущенного при сборке машины, отклонений формы поверхности статора и ротора и др. Параметры возмущающих сил зависят от параметров магнитной системы, частоты вращения, числа зубцов ротора и статора, технологических дефектов изготовления и сборки магнитной системы. Характерным признаком

электромагнитной неуравновешенности является наличие в спектре всплесков на частотах кратных 50 Гц /50,100,150../.

А в т о к о л е б а н и я - это самоподдерживающиеся колебания, происходящие как при самовозбуждении, так и при возбуждении извне (толчок), поддержание которых происходит за счет постоянного \не колебательного\ источника энергии и сил, преимущественно непериодического характера. Примером автоколебаний могут служить колебания ротора в подшипниках за счет неудовлетворительной смазки. Эти колебания происходят на частоте равной половине частоты вращения и характерны для слабонагруженных подшипников. Если тащить за собой санки за упругий жгут, то санки будут двигаться скачками; похожее явление наблюдается и в подшипниках скольжения при определенных условиях (масляная вибрация).

Описание стенда

Лабораторная установка состоит из вибростенда, закрепленного на нитях, датчиков виброускорения / ДН-3/, предварительного усилителя с блоком питания, аналого-цифрового преобразователя NVL-03



Вибростенд состоит из основания, к которому жестко прикреплены электродвигатели. На вал каждого двигателя установлен дисбаланс. Два из четырех двигателей являются двигателями постоянного тока, что позволяет изменяя входное напряжение изменять частоту вращения вала с закрепленным дисбалансом. Двигатели включаются тумблерами. На основани стенда на магните устанавливается датчик.

Задание

1. Определить частоты вращения двигателей.
2. Постройте амплитудно-частотную характеристику стенда. Установите резонансные частоты.
3. Сделайте оценки собственных частот стенда. Сравните с реальными.
4. Создайте биения на стенде. Зарисуйте характерные рисунки. При каких условиях создаются биения? Попробуйте управлять глубиной бурения. Сделайте замеры вибрации стенда виброметром. Как ведут себя показания виброметра.
5. Проследите, как меняется вибрация с изменением оборотов двигателя, в режиме измерения виброперемещения, виброскорости и виброускорения. Постройте зависимости. Объясните полученные зависимости.

Контрольные вопросы

1. Привидите пример простейшей формы колебаний.
2. Что такое резонанс?
3. Какие взаимосвязи характеристик получилось выявить?
4. Что влияет на “плавание” показаний?

Основные теоретические положения, последовательность выполнения работы, методика, правила оформления и варианты индивидуальных заданий по лабораторным работам описаны в лабораторном практикуме:

Галеев А.С. Основы теории механических колебаний в нефтепромысловом деле и защита от вибраций: методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Основы теории механических колебаний в нефтепромысловом деле и защита от вибраций» для магистров направления подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» очной формы обучения. – Альметьевск: АГНИ, 2019. – 16 с.

6.3.3. Практические задачи

6.3.3.1. Порядок проведения

Выполнение практических задач осуществляется студентами на практических занятиях и самостоятельно с использованием лекционного материала, а также материалов из списка рекомендованной основной и дополнительной литературы, учебно-методических изданий и нормативно-правовых источников. Ответ студента оценивается преподавателем в соответствии с установленными критериями.

6.3.3.2. Критерии оценивания

Баллы в интервале 86-100% от максимальных (максимальный балл приведен в п. 6.4) ставятся, если обучающийся:

- умеет разбирать альтернативные варианты решения практических задач, развиты навыки критического анализа проблем, предлагает новые решения в рамках поставленной задачи.

Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- показал умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, но допустил некритичные неточности и доказательства в ответе и решении.

Баллы в интервале 55-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- в состоянии решать задачи в соответствии с заданным алгоритмом, однако допускает ряд ошибок при решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Баллы в интервале 0-54% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- допускает грубые ошибки в решении типовых практических задач (неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой дисциплины).

6.3.3.3. Содержание оценочного средства

Пример задания для оценки сформированности компетенции **ПК-20:**

Полный комплект практических задач по темам дисциплины представлен в практикуме:

Галеев А.С. Основы теории механических колебаний в нефтепромысловом деле и защита от вибраций: методические указания по проведению практических занятий и организации самостоятельной работы по дисциплине «Основы теории механических колебаний в нефтепромысловом деле и защита от вибраций» для магистров направления подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование очной формы обучения. – Альметьевск: АГНИ, 2019. – 13с.

6.3.4. Зачет

6.3.4.1. Порядок проведения

Зачет формируется по результатам текущего контроля, без дополнительного опроса, так как в течение семестра проводится необходимое количество контрольных мероприятий, которые в своей совокупности проверяют уровень сформированности соответствующих компетенций.

6.3.4.2. Критерии оценивания

Для получения зачета общая сумма баллов за контрольные мероприятия текущего контроля (с учетом поощрения обучающегося за участие в научной деятельности или особые успехи в изучении дисциплины) должна составлять от 35 до 60 баллов.

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

В ГБОУ ВО АГНИ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся.

Общие положения:

- Для допуска к экзамену студенту необходимо набрать не менее **35 баллов** по результатам текущего контроля знаний.
- Если студент по результатам текущего контроля в учебном семестре набрал от **55** до **60** баллов и по данной дисциплине предусмотрен экзамен, то по желанию студента в экзаменационную ведомость и зачетную книжку экзаменатором без дополнительного опроса может быть проставлена оценка «удовлетворительно».
- Выполнение контрольных работ и тестов принимается в установленные сроки.
- Защита лабораторных работ принимается в установленные сроки.

• При наличии уважительных причин срок сдачи может быть продлен, но не более чем на две недели.

• Рейтинговая оценка регулярно доводится до студентов и передается в деканат в установленные сроки.

Порядок выставления рейтинговой оценки:

1. До начала семестра преподаватель формирует рейтинговую систему оценки знаний студентов по дисциплине, с разбивкой по текущим аттестациям.

2. Преподаватель обязан на первом занятии довести до сведения студентов условия рейтинговой системы оценивания знаний и умений по дисциплине.

3. После проведения контрольных испытаний преподаватель обязан ознакомить студентов с их результатами и по просьбе студентов объяснить объективность выставленной оценки.

4. В случае пропусков занятий по неуважительной причине студент имеет право добрать баллы после изучения всех модулей до начала экзаменационной сессии.

5. Студент имеет право добрать баллы во время консультаций, назначенных преподавателем.

6. Преподаватель несет ответственность за правильность подсчета итоговых баллов.

7. Преподаватель не имеет права аннулировать баллы, полученные студентом во время семестра, обязан учитывать их при выведении итоговой оценки.

Распределение рейтинговых баллов по дисциплине

По дисциплине «Основы теории механических колебаний в нефтепромысловом деле и защита от вибраций» предусмотрено один дисциплинарный модуль.

Дисциплинарный модуль	**ДМ 1.1**	**ДМ1.2**
Текущий контроль (лабораторные работы, практические задачи)	12-20	5-10
Текущий контроль (тестирование)	13-20	5-10
Общее количество баллов	**25-40**	**10-20**
Итоговый балл:	**35-60**	

Дисциплинарный модуль 1.1

№ п/п	**Виды работ**	**Максимальный балл**
Текущий контроль		
1	П.Р.-1,2. Диагностика агрегатов по спектрам вибрации подшипников	4
2	Л.Р.-1. Явления теории колебаний на модели насосной станции.	4
3	Л. Р.-2. Диагностика редуктора СК.	4
4	П.Р.-3. Оценка сил трения в резьбовом соединении НКТ.	4

5	Л.Р.-3. Снятие временной характеристики процесса свинчивания – развинчивания НКТ на стенде «БУ-131».	4
Итого:		**20**
Текущий контроль		
1	Тестирование	20
Итого по ДМ 4.1:		**40**

Дисциплинарный модуль 1.2

№ п/п	Виды работ	Максимальный балл
Текущий контроль		
1	Л.Р.-4. Снятие виброграмм в процессе спуска, подъема и бурения на стенде «БУ-131»	5
2	Л.З.-5,6. (Л.Р.-5) Моделирование колебательных процессов средствами «Working Model».	5
Итого:		**10**
Текущий контроль		
1	Тестирование	10
Итого по ДМ 4.1:		**20**

Студентам могут быть добавлены **дополнительные баллы** за следующие виды деятельности:

- участие в научно-исследовательской работе кафедры (до 7 баллов);
- выступление с докладами (по профилю дисциплины) на конференциях различного уровня (до 5 баллов);
- участие в написании статей с преподавателями кафедры (до 5 баллов).

При этом, если в течение семестра студент набирает более 60 баллов (по результатам дисциплинарных модулей и полученных дополнительных баллов), то итоговая сумма баллов округляется до 60 баллов.

В соответствии с Учебным планом направления подготовки 15.04.02 – «Технологические машины и оборудование» направленности (профиль) программы «Проектирование нефтяного оборудования» по дисциплине «Основы теории механических колебаний в нефтепромысловом деле и защита от вибраций» предусмотрен **зачет**.

7. Перечень основной, дополнительной учебной литературы и учебно-методических изданий, необходимых для освоения дисциплины

№ п/п	Библиографическое описание	Количество печатных экземпляров или адрес электронного ресурса	Коэффициент обеспеченности
Основная литература			

1.	Аппаратное обеспечение испытаний изделий на воздействие вибрации [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.Д. Шашурин [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2011. – 76 с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/30919. – ЭБС «IPRbooks», по паролю.	1
2.	Доев В.С. Теория колебаний в транспортной механике [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Доев В.С., Доронин Ф.А., Индейкин А.В. – Электрон. текстовые данные. – М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2011. – 352 с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/16155. – ЭБС «IPRbooks», по паролю.	1
3.	Петрухин В.В. Основы вибродиагностики и средства измерения вибрации [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Петрухин В.В., Петрухин С.В. – Электрон. текстовые данные. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2010. – 176 с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/5068. – ЭБС «IPRbooks», по паролю.	1
Дополнительная литература			
1.	Гуськов А.М. Устойчивость положений равновесия механических систем под действием неконсервативных (циркуляционных) сил [Электронный ресурс]: учебное пособие по курсам «Основы прикладной теории механических колебаний», «Теории устойчивости движения механических систем»/ Гуськов А.М., Пановко Г.Я. – Электрон. текстовые данные. – М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2011. – 52 с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/31311. – ЭБС «IPRbooks», по паролю	1
Учебно-методические издания			
1.	Галеев А.С. Основы теории механических колебаний в нефтепромысловом деле и защита от вибраций: методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Основы теории механических колебаний в нефтепромысловом деле и защита от вибраций» для магистров направления подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» очной формы обучения. – Альметьевск: АГНИ, 2019. – 16 с.	http://elibrary.agni-rt.ru	1
2.	Галеев А.С. Основы теории	http://elibrary.agni-rt.ru	1

	механических колебаний в нефтепромысловом деле и защита от вибраций: методические указания по проведению практических занятий и организации самостоятельной работы по дисциплине «Основы теории механических колебаний в нефтепромысловом деле и защита от вибраций» для магистров направления подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование очной формы обучения. – Альметьевск: АГНИ, 2019. – 13с.		

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

№ п/п	Наименование	Адрес в Интернете
1	Единое окно доступа к информационным ресурсам	http://window.edu.ru/
2	Российская государственная библиотека	http://www.rsl.ru
3	Электронная библиотека Elibrary	http://elibrary.ru
4	Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://iprbookshop.ru
5	Электронная библиотека АГНИ	http://elibrary.agni-rt.ru.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Цель методических указаний по освоению дисциплины – обеспечить обучающемуся оптимальную организацию процесса изучения дисциплины, а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

Изучение дисциплины обучающимся требует систематического, упорного и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить как пропущенную тему, так и всю дисциплину в целом. Именно поэтому контроль над систематической работой студентов должен находиться в центре внимания преподавателя.

При подготовке к лекционным занятиям (теоретический курс) обучающимся необходимо:

- перед очередной лекцией необходимо изучить по конспекту материал предыдущей лекции, просмотреть рекомендуемую литературу;

- при затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам, рекомендованным рабочей программой дисциплины. Если разобраться в материале самостоятельно не удалось, то следует обратиться к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических, лабораторных занятиях.

При подготовке к практическим и лабораторным занятиям обучающимся необходимо:

- приносить с собой рекомендованную в рабочей программе литературу к конкретному занятию;

- до очередного практического, лабораторного занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей теме;

- теоретический материал следует соотносить с нормативно-справочной литературой, так как в ней могут быть внесены последние научные и практические достижения, изменения, дополнения, которые не всегда отражены в учебной литературе;

- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;

- на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов, в случае затруднений – обращаться к преподавателю.

Обучающимся, пропустившим занятия (независимо от причин), рекомендуется не позже, чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучавшейся на занятии.

Самостоятельная работа студентов имеет систематический характер и складывается из следующих видов деятельности:

- подготовка к текущему контролю успеваемости;
- подготовка к практическим занятиям;
- оформление отчетов по практическим занятиям;
- изучение понятийного аппарата дисциплины;
- проработка тем дисциплины;
- работа с основной и дополнительной литературой, представленной в рабочей программе;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку;
- работа в электронных библиотечных системах, справочных, справочно-поисковых и иных системах.

Для выполнения указанных видов работ необходимо изучить соответствующие темы теоретического материала, используя конспект лекций, учебники и учебно-методическую литературу, а также интернет-ресурсы.

Перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам для подготовки к занятиям и выполнению самостоятельной работы, а также методические материалы на бумажных и/или электронных носителях, выпущенные кафедрой своими силами и предоставляемые студентам во время занятий, представлены в пункте 7 рабочей программы.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в электронно-библиотечной системе «IPRbooks», доступ к которым предоставлен студентам.

10. Перечень информационных технологий

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Лицензия	Договор
1	Microsoft Office Professional Plus 2016 Rus Academic OLP (Word, Excel,	№67892163 от 26.12.2016г.	№0297/136 от 23.12.2016г.

	PowerPoint, Access)		
2	Microsoft Office Standard 2016 Rus Academic OLP (Word, Excel, PowerPoint)	№67892163 от 26.12.2016г.	№0297/136 от 23.12.2016г.
3	Microsoft Windows Professional 10 Rus Upgrade Academic OLP	№67892163 от 26.12.2016г.	№0297/136 от 23.12.2016г.
4	ABBYY Fine Reader 12 Professional	№197059 от 26.12.2016г.	№0297/136 от 23.12.2016г.
5	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	№ 24C4-181023-142527-330-872	№ 591/BP00181210-CT от 04.10.2018г.
6	Электронно-библиотечная система IPRbooks		Государственный контракт №578 от 07.11.2018г.
7	ПО «Автоматизированная тестирующая система	Свидетельство государственной регистрации программ для ЭВМ №2014614238 от 01.04.2014г.	
8	Лицензия на право использования Учебного комплекта программного обеспечения: Пакет обновления КОМПАС-3D до версий V16 и V17 (на 50 мест)	Иж-11-00164 – номер лицензионного соглашения	№Нп-17-00007/43 от 20.02.2017г.
9	ПО «Мониторинг эффективности эксплуатации насосного оборудования»	Свидетельство государственной регистрации программ для ЭВМ №2019613032 от 06.03.2019г.	
10	ПО «Баланс СК»	Свидетельство государственной регистрации программ для ЭВМ №2020610942	
11	7-ZIP архиватор (свободно распространяемое ПО)		

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по данной дисциплине

Освоение дисциплины «Основы теории механических колебаний в нефтепромысловом деле и защита от вибраций» предполагает использование нижеперечисленного материально-технического обеспечения:

№ п/п	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Ул. Р. Фахретдина, 42. Учебный корпус В, аудитория В-315 (учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа)	1. Компьютер в комплекте с монитором IT Corp 3260 с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду института 2. Проектор BenQ W1070+ 3. Проекционный экран с электроприводом

2.	Ул. Р. Фахретдина, 42. Учебный корпус В, аудитория В-318 (учебная аудитория для проведения занятий семинарского (практического, лабораторного) типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации)	1. Компьютер в комплекте с монитором IT Corp 3260 2. Проектор BenQ W1070+ 3. Проекционный экран с электроприводом Lumien Master Control **Учебно-наглядные пособия:** Учебные плакаты (5 шт.); Макеты НПО.
3	Ул. Р. Фахретдина, 42. Учебный корпус В, аудитория В-310 (учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского (практического, лабораторного) типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации)	1. Ноутбук Lenovo IdeaPad B5080 2. Проектор BenQ MX717 3. Экран на штативе
4	Ул. Р. Фахретдина, 42. Учебный корпус В, аудитория В-131 (учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского (практического, лабораторного) типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации)	1. Ноутбук Lenovo IdeaPad B5080 2. Проектор BenQ MX717 3. Экран на штативе 4. Установка по исследованию процессов свинчивания и развинчивания 5. Стенд сборки-разборки центробежного насоса МТ-181 6. Компрессор Euro 8/24 7. Комплекс учебно-демонстрационный для шумового и вибрационного анализа поведения элементов РТ-500 8. Виброметр с памятью Корсар ВК-310А 9. Малогабаритный виброметр 10. Прибор виброизмерительный «Агат» 11. Ультразвуковой дефектоскоп «Пеленг» УД3-103 **Учебно-наглядные пособия:** 1. Действующие макеты приводов ШСНУ (балансирный, цепной и длинно-ходовой); 2. Действующий макет буровой установки БУ1600/100; 3. Учебные плакаты (5 шт.); 4. Макеты скважинных насосов (5 шт.) 5. Макеты центробежных насосов (2 шт.) 6. Макеты деталей насосного оборудования (10 шт.) 7. Макет фонтанной арматуры 8. Макеты запорной арматуры (3 шт.) 9. Макет компрессора **Специализированная мебель.**
5	Ул. Р. Фахретдина, 42. Учебный корпус В, аудитория В-319 компьютерный класс (учебная аудитория для	1. Компьютер в комплекте с монитором IT Corp 3260 – 11 шт., с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную

	проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы)	среду института. 2. Проектор BenQ MX717 3. Экран на штативе 4. Принтер Kyocera FS-2100dn 5. Сканер Epson Perfection V33 **Специализированная мебель.**

*Специальные помещения – учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических и лабораторных занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися лицам с ограниченными возможностями здоровья:

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся лицам с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы (проекта) - не более чем на 15 минут.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки 15.04.02 – «Технологические машины и оборудование» и направленности (профилю) программы «Проектирование нефтяного оборудования».

Приложение 1

АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины

«ОСНОВЫ ТЕОРИИ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ В НЕФТЕПРОМЫСЛОВОМ ДЕЛЕ И ЗАЩИТА ОТ ВИБРАЦИЙ»

Направление подготовки: 15.04.02 – «Технологические машины и оборудование»
Направленность (профиль) программы: «Проектирование нефтяного оборудования»

Оцениваемые компетенции (код, наименование)	**Результаты освоения компетенции**	**Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации**
ОПК-1 Способностью выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении.	**Знать:** – принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности разрабатываемых и используемых машин и оборудования; – принципы оценки надежности технических систем. **Уметь:** – оценивать возможное использование достижений научно-технического прогресса в нефтегазовом производстве; – инициировать создание, разрабатывать и проводить экспериментальную проверку инновационных технологий нефтегазового производства; – обосновывать оптимальные технические, технологические, и показатели характеризующие технологические процессы; **Владеть:** – навыками обоснования вибрационных характеристик проектируемого и уже существующего оборудования.	**Текущий контроль:** - компьютерное тестирование по темам 1-3; - практические задания по теме 2. - лабораторные работы по темам 1-3. **Промежуточная аттестация:** зачет.
ПК-20 Способностью разрабатывать физические и математические модели исследуемых	**Знать:** – принципы действия, технические характеристики, конструктивные особенности разрабатываемых и используемых машин и оборудования;	**Текущий контроль:** - компьютерное тестирование по темам 1-3; - практические задания по темам 1,2;

машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов.	**Уметь:** – составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов; – обосновывать технические, технологические показатели характеризующие технологические процессы; **Владеть:** – навыками осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования; – методикой выполнения подготовки научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований.	- лабораторные работы по темам 1-3. **Промежуточная аттестация:** зачет.

Место дисциплины в структуре ОПОП ВО	**Б1.В.07.** Дисциплина «Основы теории механических колебаний в нефтепромысловом деле и защита от вибраций» входит в состав Блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к вариативной части ОПОП по направлению подготовки Осваивается на 1 курсе в 1 семестре[1]/ на 1 курсе [2].
Общая трудоемкость дисциплины (в зачетных единицах и часах)	Зачетных единиц по учебному плану: 2 ЗЕ. Часов по учебному плану: **72** ч.
Виды учебной работы	Контактная работа обучающихся с преподавателем: - лекции 12 ч.[1]/4 ч. [2]; - практические занятия 6 ч. [1]/6 ч. [2]; - лабораторные работы 12 ч./6 ч. [2]; - КСР 4 ч. [1]/2 ч. [2] Самостоятельная работа 38 ч. [1]/50 ч. [2]
Изучаемые темы (разделы)	Тема 1. Диагностика оборудования на основе анализа колебаний. Тема 2. Управление трением при раскреплении резьбовых соединений НКТ путем наложения ультразвуковых колебаний. Тема 3. Уменьшение потерь осевой нагрузки на забой путем возбуждения продольных колебаний бурильного инструмента.
Форма промежуточной аттестации	**Зачет** в 1 семестре[1]/ на 1 курсе[2].

Приложение 2

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор АГНИ
_____ _____
«___» _____ 20___ г.

ЛИСТ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ
к рабочей программе дисциплины Б1.В.07
ОСНОВЫ ТЕОРИИ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙВ НЕФТЕПРОМЫСЛОВОМ ДЕЛЕ И ЗАЩИТА ОТ ВИБРАЦИЙ

Направление подготовки: 15.04.02. – «Технологические машины и оборудование»
Направленность (профиль) программы: Проектирование нефтяного оборудования

на 20___/20___ учебный год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Изменения в рабочей программе рассмотрены и одобрены на заседании кафедры _____
(наименование кафедры)

протокол № _____от "_____" _____ 20____г.

Заведующий кафедрой:

_____ _____ _____
(ученая степен, ученое звание) *(подпись)* *(И.О.Фамилия)*