

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ключков Юрий Сергеевич
Должность: и.о. ректора
Дата подписания: 15.04.2024 16:33:40
Уникальный программный код:
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт геологии и нефтегазодобычи

Кафедра машин и оборудования нефтяной и газовой промышленности



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина: Теория механических колебаний
Научная специальность: 2.5.2 Машиноведение

Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 29.08 2022 г. и требованиям программы аспирантуры научной специальности 2.5.2 Машиноведение к результатам освоения дисциплины «Теория механических колебаний».

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Машины и оборудование нефтяной и газовой промышленности»

Протокол № 1 от «02» 09 2022 г.

Заведующий кафедрой  В.Н. Сызранцев

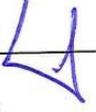
«10» 09 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой

 В.Н. Сызранцев

«10» 09 2022 г.

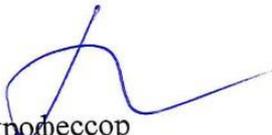
Начальник УНИиР  Д.В. Пяльченков

«12» 09 2022 г.

Начальник ОПНИНПК  Е.Г. Ишкина

«12» 09 2022 г.

Рабочую программу разработал:

В. В. Пивень, профессор, д-р техн. наук, профессор 

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: Изучение основ теории механических колебаний, применение полученных знаний при теоретическом описании динамических процессов в машинах и агрегатах.

Задачи дисциплины:

- 1) сформировать систему знаний о теоретических основах механических колебаний;
- 2) овладеть навыками применения теоретических основ механических колебаний при разработке теории и расчетах динамических систем.

2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Теория механических колебаний» относится к элективным дисциплинам (модулям) по выбору 2 (ДВ.2) образовательного компонента, формируемого участниками образовательных отношений учебного плана.

3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины заключается в логическом, последовательном изложении ключевых вопросов теории механических колебаний, позволяющем формировать навыки теоретического описания динамики механических систем.

4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

Таблица 1

| Курс / семестр | Аудиторные занятия/контактная работа, час. | | Самостоятельная работа, час. | Форма промежуточной аттестации |
|----------------|--|----------------------|------------------------------|--------------------------------|
| | Лекции | Практические занятия | | |
| 2 / 3 | 24 | 24 | 96 | Зачет |

5. Структура и содержание дисциплины

5.1 Структура дисциплины

Таблица 2

| № п/п | Структура дисциплины | | Аудиторные занятия | | СР, час. | Всего, Час. | Оценочные средства |
|-------|----------------------|--|--------------------|-----|----------|-------------|------------------------|
| | Номер раздела | Наименование раздела | Л. | Пр. | | | |
| 1 | 1 | Раздел 1 «Типовые задачи колебаний в машинах и методы их решения. Динамическая | 2 | 2 | 24 | 28 | Индивидуальное задание |

| | | | | | | | |
|-------|-------|--|-----------|-----------|-----------|------------|------------------------|
| | | модель» | | | | | |
| 2 | 2 | Раздел 2 «Математическое моделирование механических колебаний. Свободные колебания линейных» | 8 | 8 | 24 | 40 | Индивидуальное задание |
| 3 | 3 | Раздел 3 «Вынужденные колебания линейных систем. Виброзащита» | 8 | 8 | 24 | 40 | Тест |
| 4 | 4 | Раздел 4 «Параметрические колебания. Нелинейный колебания» | 6 | 6 | 24 | 36 | Индивидуальное задание |
| 9 | Зачет | | | | | | Вопросы к зачету |
| Итого | | | 24 | 24 | 96 | 144 | |

5.2 Содержание дисциплины

5.2.1 Содержание разделов дисциплины

Таблица 3

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела дисциплины |
|-------|--|---|
| 1 | Раздел 1 «Типовые задачи колебаний в машинах и методы их решения. Динамическая модель» | Общие сведения о механических колебаниях. Основные цели изучения колебаний в машинах. Основные этапы динамического расчета. Классификация механических колебаний. Исходные предпосылки и принципы при составлении динамической модели. Приведение инерционных характеристик. Характеристики упругих элементов и их приведение. Параметры диссипации и их приведение. Программное движение звеньев механизмов. |
| 2 | Раздел 2 «Математическое моделирование механических колебаний. Свободные колебания линейных» | Сведения из аналитической механики применительно к задачам колебаний механизмов и машин. Составление систем дифференциальных уравнений на базе уравнений Лагранжа второго рода и квадратичных форм. Составление систем дифференциальных уравнений с помощью обратного способа. Свободные колебания системы с одной степенью свободы. Влияние линейной силы сопротивления на свободные колебания. Влияние постоянной силы сопротивления на свободные колебания. Свободные колебания системы с двумя степенями свободы. Определение собственных частот и форм изгибных колебаний системы с двумя степенями свободы. Определение собственных частот и форм колебаний систем с конечным числом степеней свободы. Определение собственных частот и форм крутильных |

| | | |
|---|---|--|
| | | колебаний систем с распределенными параметрами. Определение собственных частот и форм изгибных колебаний систем с распределенными параметрами. |
| 3 | Раздел 3 «Вынужденные колебания линейных систем. Виброзащита» | <p>Построение общего решения при произвольной вынуждающей силе. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы при гармонической вынуждающей силе. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы при гармонической вынуждающей силе и линейной силе сопротивления. Исследование амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристик (АЧХ, ФЧХ). Кинематическое возмущение. Вынужденные колебания системы с двумя степенями свободы при гармонической вынуждающей силе. Вынужденные колебания системы с конечным числом степеней свободы при гармонической вынуждающей силе. Расчет вынужденных колебаний при периодической вынуждающей силе с помощью метода гармонического анализа. Расчет вынужденных колебаний при периодической вынуждающей силе на базе замкнутой формы решения. Вынужденные колебания привода при учете динамической характеристики электродвигателя. Вынужденные колебания систем с распределенными параметрами. Критические скорости валов. Самоцентрирование. Использование условий энергетического баланса при анализе колебательных процессов. Отображение колебательных процессов на фазовой плоскости. Общие сведения о способах виброзащиты. Учет колебаний при выборе закона движения толкателя кулачкового механизма. Рациональный выбор параметров системы при гармоническом возбуждении. Виброизоляция. Динамическое гашение. Динамическая разгрузка. Синтез колебательных систем с квазипостоянными амплитудно-частотными характеристиками</p> |
| 4 | Раздел 4 «Параметрические колебания. Нелинейный колебания» | <p>Простейшие динамические модели с переменными параметрами. Приближенное решение однородного дифференциального уравнения второго порядка с переменными коэффициентами методом условного осциллятора. Параметрический резонанс и его подавление. Особенности свободных колебаний при медленном изменении параметров. Общие сведения о динамических задачах в нелинейной постановке и методах их решения. Дельта-метод. Метод гармонической линеаризации. Вынужденные</p> |

| | | |
|--|--|--|
| | | нелинейные колебания. Общие сведения об автоколебаниях. Фрикционные автоколебания. |
|--|--|--|

5.2.2 Содержание дисциплины по видам учебных занятий

Лекционные занятия

Таблица 4

| № п/п | Номер раздела дисциплины | Объем, час. | Тема лекции |
|-------|--------------------------|-------------|---|
| 1 | 1 | 2 | Общие сведения о механических колебаниях. Основные цели изучения колебаний в машинах. Основные этапы динамического расчета. Классификация механических колебаний. Исходные предпосылки и принципы при составлении динамической модели. Приведение инерционных характеристик. Характеристики упругих элементов и их приведение. Параметры диссипации и их приведение. Программное движение звеньев механизмов. |
| 2 | 2 | 2 | Сведения из аналитической механики применительно к задачам колебаний механизмов и машин. Составление систем дифференциальных уравнений на базе уравнений Лагранжа второго рода и квадратичных форм. Составление систем дифференциальных уравнений с помощью обратного способа. |
| 3 | 2 | 2 | Свободные колебания системы с одной степенью свободы. Влияние линейной силы сопротивления на свободные колебания. Влияние постоянной силы сопротивления на свободные колебания. Свободные колебания системы с двумя степенями свободы. |
| 4 | 2 | 2 | Определение собственных частот и форм изгибных колебаний системы с двумя степенями свободы. Определение собственных частот и форм колебаний систем с конечным числом степеней свободы. |
| 5 | 2 | 2 | Определение собственных частот и форм крутильных колебаний систем с распределенными параметрами. Определение собственных частот и форм изгибных колебаний систем с распределенными параметрами |
| 6 | 3 | 2 | Вынужденные колебания системы с двумя степенями свободы при гармонической вынуждающей силе. Вынужденные колебания системы с конечным числом степеней свободы при гармонической вынуждающей силе. |
| 7 | 3 | 2 | Расчет вынужденных колебаний при периодической вынуждающей силе с помощью метода гармонического анализа. Расчет вынужденных колебаний при периодической вынуждающей силе на базе замкнутой формы решения. Вынужденные колебания привода при учете динамической характеристики электродвигателя. Вынужденные колебания |

| | | | |
|-------|---|----|--|
| | | | систем с распределенными параметрами. |
| 8 | 3 | 2 | Критические скорости валов. Самоцентрирование. Использование условий энергетического баланса при анализе колебательных процессов. Отображение колебательных процессов на фазовой плоскости. Общие сведения о способах виброзащиты. Учет колебаний при выборе закона движения толкателя кулачкового механизма. |
| 9 | 3 | 2 | Рациональный выбор параметров системы при гармоническом возбуждении. Виброизоляция. Динамическое гашение. Динамическая разгрузка. Синтез колебательных систем с квазипостоянными амплитудно-частотными характеристиками |
| 10 | 4 | 2 | Простейшие динамические модели с переменными параметрами. Приближенное решение однородного дифференциального уравнения второго порядка с переменными коэффициентами методом условного осциллятора. |
| 11 | 4 | 2 | Параметрический резонанс и его подавление. Особенности свободных колебаний при медленном изменении параметров. Общие сведения о динамических задачах в нелинейной постановке и методах их решения. Дельта-метод. |
| 12 | 4 | 2 | Метод гармонической линеаризации. Вынужденные нелинейные колебания. Общие сведения об автоколебаниях. Фрикционные автоколебания. |
| Итого | | 24 | |

Практические занятия

Таблица 5

| № п/п | Номер раздела дисциплины | Объем, час. | Тема занятия |
|-------|--------------------------|-------------|--|
| 1 | 1 | 2 | Исследование колебательного движения материальной точки. |
| 2 | 2 | 2 | Приведение инерционных характеристик. |
| 3 | 2 | 2 | Свободные колебания системы с одной и двумя степенями свободы. |
| 4 | 2 | 2 | Определение собственных частот и форм изгибных колебаний системы с двумя степенями свободы. |
| 5 | 2 | 2 | Определение собственных частот и форм колебаний систем с конечным числом степеней свободы. |
| 6 | 3 | 2 | Вынужденные колебания системы с двумя степенями свободы при гармонической вынуждающей силе. |
| 7 | 3 | 2 | Расчет вынужденных колебаний при периодической вынуждающей силе с помощью метода гармонического анализа. |
| 8 | 3 | 2 | Расчет критических скоростей валов. |
| 9 | 3 | 2 | Рациональный выбор параметров системы при гармоническом возбуждении. Виброизоляция. |

| | | | |
|-------|---|----|--|
| | | | Динамическое гашение. |
| 10 | 4 | 2 | Простейшие динамические модели с переменными параметрами. Приближенное решение однородного дифференциального уравнения второго порядка с переменными коэффициентами методом условного осциллятора. |
| 11 | 4 | 2 | Параметрический резонанс и его подавление. |
| 12 | 4 | 2 | Метод гармонической линеаризации. Вынужденные нелинейные колебания. |
| Итого | | 24 | |

Самостоятельная работа

Таблица 6

| № п/п | Номер раздела дисциплины | Объем, час. | Тема | Вид СР |
|-------|--------------------------|-------------|--|--|
| 1 | 1 | 24 | Раздел 1 «Типовые задачи колебаний в машинах и методы их решения. Динамическая модель» | Подготовка к практическим занятиям, выполнение заданий |
| 2 | 2 | 24 | Раздел 2 «Математическое моделирование механических колебаний. Свободные колебания линейных» | Подготовка к практическим занятиям, выполнение заданий |
| 3 | 3 | 24 | Раздел 3 «Вынужденные колебания линейных систем. Виброзащита» | Подготовка к практическим занятиям, выполнение заданий |
| 4 | 4 | 24 | Раздел 4 «Параметрические колебания. Нелинейные колебания» | Подготовка к практическим занятиям, выполнение заданий |
| Итого | | 96 | | |

5.2.3 Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

1. *Традиционные образовательные технологии* ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к аспиранту/соискателю. Предполагают последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя). Практическое занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

2. *Технологии проблемного обучения* – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирование активной познавательной деятельности аспирантов.

3. *Контекстное обучение* – мотивация аспирантов/соискателей к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением. При этом знания,

умения, навыки даются не как предмет для запоминания, а в качестве средства решения профессиональных задач.

4. *Опережающая самостоятельная работа* – изучение аспирантами нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий.

6. Перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Какие цели преследует изучение колебаний в машинах?
2. Охарактеризуйте основные этапы динамического расчета.
3. Приведите классификацию колебаний по кинематическим признакам.
4. Приведите классификацию колебаний по виду возбуждения.
5. Приведите классификацию колебаний по виду деформаций.
6. Приведите классификацию колебаний по виду динамической и математической моделей.
7. Что понимают под динамической моделью и числом ее степеней свободы?
8. Из каких принципов исходят при построении динамических моделей с конечным числом степеней свободы?
9. Приведите примеры разновидностей динамических моделей приводов машин.
10. Из чего следует исходить при приведении инерционных и упругих характеристик моделей?
11. Как определяется приведенный коэффициент жесткости при параллельном и последовательном соединениях упругих элементов?
12. Что определяет коэффициент рассеяния и логарифмический декремент?
13. Выразите кинетическую и потенциальную энергии системы при малых колебаниях в виде квадратичных форм.
14. При каких условиях положение равновесия системы является устойчивым?
15. Приведите систему дифференциальных уравнений малых колебаний
16. с использованием инерционных и квазиупругих коэффициентов.
17. На чем основан обратный способ составления систем дифференциальных уравнений малых колебаний?
18. Чему равна собственная частота и период свободных колебаний системы с одной степенью свободы?
19. В чем проявляется влияние линейной силы сопротивления на свободные колебания?
20. В чем проявляется влияние постоянной силы сопротивления (кулонова трения) на свободные колебания?
21. Как определяются собственные частоты системы с двумя степенями свободы?
22. Что определяют коэффициенты формы?
23. Что такое парциальные частоты?
24. От чего зависит число собственных частот колебательной системы?
25. С какой целью осуществляется переход к нормальным (главным) координатам?
26. Что представляет собой режим биений?
27. Проанализируйте график коэффициента динамичности в зависимости от коэффициента частотной расстройки.
28. От чего зависит амплитуда вынужденных колебаний и резонансная амплитуда?
29. На какую величину отличается фаза вынужденных колебаний от фазы гармонической вынуждающей силы?
30. Что такое кинематическое возбуждение? В чем состоит отличие АЧХ при кинематическом возбуждении?

31. Какие известны способы расчета вынужденных колебаний при периодической вынуждающей силе?
32. Когда наступает резонанс при действии периодической вынуждающей силы?
33. Что такое самоцентрирование? Какую угловую скорость вращения вала называют критической?
34. Каким образом используются условия энергетического баланса при анализе колебательных режимов?
35. Каким образом колебательные процессы отображаются на фазовой плоскости?
36. Какие известны способы виброзащиты?
37. Как влияют разрывы непрерывности геометрических характеристик механизма на ускорения выходного звена?
38. Сформулируйте рекомендации при выборе законов программного движения.
39. Как следует рациональным образом изменять параметры системы ?
40. в дорезонансном и зарезонансном режимах?
41. В чем состоит виброизоляция и каким образом она осуществляется?
42. На чем основан эффект динамического гашения?
43. Каким образом осуществляется динамическая разгрузка?
44. Приведите примеры динамических моделей с переменными параметрами.
45. Охарактеризуйте параметрический резонанс и приведите способы его подавления.
46. В чем состоят основные отличия параметрического резонанса от резонанса при вынужденных колебаниях.
47. Перечислите основные источники нелинейностей.
48. На чем основан метод гармонической линеаризации?
49. Приведите графики и проанализируйте АЧХ при нелинейных колебаниях.
50. Какова структура автоколебательной системы?
51. Какие существуют виды автоколебаний?
52. Какие различаются случаи выхода на режим автоколебаний с позиций энергетического баланса?
53. Отчего возникают фрикционные автоколебания?
54. Каким образом можно устранить остановки рабочих органов, вызванные фрикционными автоколебаниями?

7. Оценка результатов освоения дисциплины

Текущий контроль осуществляется в виде устных опросов на практических занятиях.

Промежуточная аттестация проводится в форме кандидатского экзамена.

Критерии оценивания степени полноты и качества освоения в соответствии с планируемыми результатами обучения:

Таблица 7

| Оценка | Критерий оценки |
|-----------|---|
| «Зачтено» | - выставляется аспиранту, если он: глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при |

| | |
|--------------|---|
| | видоизменении заданий, использует в ответе материал рекомендованной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения заданий; |
| | - если аспирант твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при выполнении заданий, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения; |
| | - если аспирант имеет знания основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, испытывает затруднения при выполнении заданий; |
| «Не зачтено» | -если ответ аспиранта показывает незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, отсутствием логичности и последовательности выполнения заданий; допускает серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области. |

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1 Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 1.

8.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- ЭБС «Издательства Лань» <http://e.lanbook.com>;
- ЭБС «Электронного издательства ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru;
- Собственная полнотекстовая база (ПБД) БИК ТИУ <http://e.lanbook.com>;
- Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» <http://elibrary.ru/>;
- ЭБС «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru/>; - Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина <http://elib.gubkin.ru/>
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГНТУ (г. Уфа) <http://bibl.rusoil.net>;
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГТУ (г. Ухта) <http://lib.ugtu.net/books>;
- ЭБС «Проспект» <http://ebs.prospekt.org>;
- ЭБС «Консультант студент» <http://www.studentlibrary.ru>;
- Международная реферативная база данных научных изданий Scopus через национальную подписку Минобрнауки России <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>;
- Международная реферативная база данных научных изданий Web of Science через национальную подписку Минобрнауки России

[http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=C3GMzZcRDcdeQjkr97C&preferencesSaved=;](http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=C3GMzZcRDcdeQjkr97C&preferencesSaved=)

- Международная реферативная база данных научных изданий «Международный европейский индекс цитирования в области гуманитарных наук European Reference Index for the Humanities (ERIH)» (в открытом доступе)

<https://cloud.mail.ru/stock/aKSRBw5xaf1ZA75hoY8iV5a7>.

8.3 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства: Microsoft Windows, Microsoft Office Professional Plus, Mathcad 14.0 (Лицензия PO Number 302/Ni010620, SCN 7A1355535 бессрочно).

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 8

| № п/п | Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины / модуля | Перечень технических средств, необходимых для освоения дисциплины / модуля (демонстрационное оборудование) |
|-------|--|--|
| 1 | | Персональный компьютер в сборе |
| 2 | | Проектор |
| 3 | | Мультимедийный экран |

10. Методические указания по организации самостоятельной работы

10.1 Методические указания по подготовке к практическим занятиям.

Под подготовкой к практическим занятиям подразумевается активная самостоятельная индивидуальная работа аспиранта, выполняемая им в свободное от учебы время и до начала практического занятия. В процессе подготовки к практическому занятию аспирант/соискатель должен:

- внимательно ознакомиться с планом занятия;
- изучить конспект лекции;
- изучить и при необходимости законспектировать рекомендуемую литературу;
- изучить соответствующие нормативно-правовые акты;
- самостоятельно проверить свои знания, руководствуясь контрольными вопросами
- выполнить самостоятельную работу по предложенному плану.

В планы отдельных занятий включены основные вопросы изучаемой темы по программе курса. В связи с тем, что объём учебных часов недостаточен, часть тем (вопросов) курса изучается аспирантами самостоятельно.

По каждой теме дается примерный перечень основной и дополнительной литературы. Предлагаемая для изучения литература в основном имеется в фондах научной библиотеки ТИУ

10.2 Методические указания по организации самостоятельной работы.

Учебная программа и учебно-тематический план по дисциплине предполагают обязательную самостоятельную подготовку аспирантов в виде выполнения ими домашнего задания. В частности, это может быть конспектирование литературы, написание рефератов, выполнение заданий.

Такие задания предусмотрены по тем разделам и темам плана, по которым не отводится время на аудиторную работу (лекции, практические занятия), а также к темам и разделам, по которым проводятся практические занятия.

Самостоятельная работа предполагает самостоятельную работу аспиранта/соискателя независимо от того находится ли он в аудитории учебного корпуса и изучает тему под руководством преподавателя в составе группы, либо он находится в других условиях и занимается самостоятельно. Самостоятельная работа является активным методом изучения материала.

Под активными методиками преподавания учебной дисциплины понимаются методики, предполагающие передачу аспирантам основных знаний в области теории механических колебаний посредством самостоятельного ознакомления с письменными материалами вне аудитории и активного дискуссионного обсуждения в аудитории изученных материалов.

Самостоятельная работа может осуществляться путем конспектирования научных произведений, рекомендованных преподавателем к соответствующей теме практических занятий. При проверке данных конспектов обращается внимание на следующие компоненты:

1) правильность оформления текста (для конспектов должна быть заведена отдельная тетрадь; автор, название и издательские данные работы должны быть указаны полностью, с соблюдением стандартов библиографического оформления);

2) конспект должен содержать основные положения, касающиеся рассматриваемой на занятии темы.

Аспиранту необходимо творчески переработать изученный самостоятельно материал и представить его для отчета. Если указанные выше критерии нарушаются, самостоятельная работа должна быть переделана.

**КАРТА
обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой**

Дисциплина Теория механических колебаний

Научная специальность 2.5.2 Машиноведение

| № п/п | Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания | Количество экземпляров в БИК | Контингент аспирантов, использующих указанную литературу | Обеспеченность аспирантов литературой, % | Наличие электронного варианта в ЭБС |
|-------|--|------------------------------|--|--|-------------------------------------|
| 1 | Динамика машин. Колебания: учебное пособие для вузов / И. И. Вульфсон. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Юрайт, 2022. - 275 с. - (Высшее образование). - ЭБС "Юрайт". | | 2 | 100% | + |
| 2 | Колебания и волны в природе и технике / В. И. Каганов. - Москва: Горячая линия-Телеком, 2015. - 335 с.: ил. - URL: https://e.lanbook.com/book/94626 . - Режим доступа: для автор. пользователей. - ЭБС Лань. - Библиогр.: с. 327-329. | | 2 | 100% | + |
| 3 | Программное и приборное обеспечение вибрационной диагностики: учебное пособие / В. В. Пивень, В. Н. Сызранцев, С. И. Челомбитко; ТИУ. - Тюмень: ТИУ, 2020. - 82 с. | 17 | 2 | 100% | |
| 4 | Вибрационная диагностика роторного оборудования: учебное пособие / В. В. Пивень, В. Н. Сызранцев, С. И. Челомбитко; ТИУ. - Тюмень: ТИУ, 2021. - 80 с. | 12 | 2 | 100% | |
| 5 | Оптимизация несущих конструкций вибрационных сепараторов / В. В. Пивень, О. Л. Уманская; ТИУ. - Тюмень: ТИУ, 2017. - 96 с. | 10 | 2 | 100% | |