

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор-проректор
по научной работе

_____ А.В. Коржов

« _____ » _____ 2023 г.

ПРОГРАММА

кандидатского экзамена по специальной дисциплине:

Научная специальность: 1.1.7 – Теоретическая механика, динамика машин

Разработчики:

1. Тараненко Павел Александрович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой
«Техническая механика».

Челябинск 2023 г.

РАЗДЕЛЫ ПРОГРАММ КАНДИДАТСКИХ ЭКЗАМЕНОВ

1	Перечень тем для подготовки к кандидатскому экзамену	3
2	Вопросы для подготовки к сдаче кандидатского экзамена с учетом отрасли науки	5
3	Перечень основной и дополнительной учебной литературы	6
3.1	Основная литература	6
3.2	Дополнительная литература	6
4	Условия допуска к экзамену	7
5	Процедура проведения экзамена	7

1 Перечень тем для подготовки к кандидатскому экзамену

Теория колебаний и устойчивости движения

Уравнения Лагранжа второго рода для голономных и неголономных систем. Потенциальные, гироскопические и диссипативные силы. Диссипативная функция Рэлея. Функция Гамильтона. Принцип Гамильтона-Остроградского.

Колебания линейных систем с конечным числом степеней свободы. Малые собственные колебания консервативных систем. Формула Релея. Свойства собственных частот и форм колебаний. Главные (нормальные) координаты. Вынужденные колебания линейных систем.

Устойчивость по Ляпунову. Асимптотическая устойчивость. Метод функций Ляпунова. Теоремы Ляпунова и Четаева об устойчивости и неустойчивости. Теорема Дирихле. Теоремы Кельвина и Тэта. Устойчивость по первому приближению. Критерии устойчивости линейных систем. Устойчивость периодических решений. Определение областей неустойчивости. Параметрически возбуждаемые колебания.

Теория нелинейных колебаний. Качественная теория Пуанкаре. Особые точки и их классификация. Типы фазовых траекторий. Методы малого параметра, Крылова—Боголюбова, Ван-дер-Поля, гармонической линеаризации. Автоколебательные системы. Предельные циклы и их устойчивость. Вынужденные и параметрические колебания нелинейных систем.

Предельные состояния при колебаниях. Отстройка от резонансов.

Динамика упругих систем

Принцип Гамильтона—Остроградского для упругих систем. Уравнения продольных, крутильных и изгибных колебаний упругих стержней. Уравнения колебаний упругих пластин и оболочек.

Свойства собственных частот и форм упругих систем. Вариационные принципы в теории свободных колебаний. Методы определения собственных частот и форм упругих систем (вариационные, численные, конечных элементов). Вынужденные и затухающие колебания упругих систем.

Упругие волны в неограниченной упругой среде. Волны расширения и волны сдвига. Дисперсионные уравнения. Фазовая и групповая скорости. Поверхностные волны Релея. Основы решения задач аэрогидроупругости – постановка задач и методы анализа.

Динамика машин, приборов и аппаратуры

Усилия, действующие в машинах, и их передача на фундамент. Колебания вращающихся валов с дисками. Влияние различных факторов (податливость опор, форма сечения вала, гироскопические эффекты, сила тяжести, различные виды трения) на критические скорости. Уравновешивание роторных машин. Методы статической и динамической балансировки.

Динамические процессы в гидравлических и пневмогидравлических машинах. Методы расчета аэрогидродинамических колебательных процессов.

Виброизоляция машин, приборов и аппаратуры. Активная и пассивная виброзащиты. Каскадная виброизоляция. Виброакустика машин. Источники и траектории виброакустических волн. Методы виброакустической защиты машин.

Ударные нагрузки. Определение коэффициентов динамичности при ударе. Защита от ударных воздействий.

Методы и средства динамических испытаний машин, приборов и аппаратуры.

Статистическая динамика и теория надежности машин, приборов и аппаратуры

Задачи статистической динамики. Линейные системы и методы их анализа. Прохождение стационарного случайного процесса через стационарную линейную систему. Понятие о нелинейных задачах статистической динамики. Случайные колебания в линейных и нелинейных системах.

Основные понятия теории надежности. Функции распределения. Связь между надежностью и долговечностью. Надежность составных систем. Резервирование. Оценки для вероятности редких выбросов и для функции надежности. Правило суммирования повреждений и его применение для оценки надежности. Применение теории случайных функций к расчету надежности машин, приборов и аппаратуры.

Численные методы расчетов динамики и прочности

Роль компьютерных технологий в расчетах и исследованиях динамики и прочности. Требования, предъявляемые к алгоритмам и программам. Понятие о проблемах автоматизированного проектирования и компьютерного моделирования.

Основные способы дискретизации для решения задач динамики и прочности. Метод конечных разностей. Алгоритмизация вариационных методов. Метод конечных элементов и его реализация. Метод граничных элементов. Алгоритмы и программы, языки, операционные системы и вычислительная техника для численного решения задач.

Экспериментальные методы исследования динамики и прочности

Определение механических свойств материалов. Назначение и основные типы механических испытаний материалов. Испытательные машины, установки и стенды.

Методы анализа напряженно-деформированных состояний. Метод тензометрии. Поляризационно-оптический метод. Применение фотоупругих и лаковых тензочувствительных покрытий. Оптическая и голографическая интерферометрия.

Виброметрические измерения. Типы приборов и датчики для измерения динамических процессов. Обработка результатов вибрационных и динамических испытаний. Спектральный анализ виброграмм.

Термометрия. Электрические, оптические и тепловизионные измерения тепловых полей.

Диагностика и дефектоскопия материалов и деталей. Оптические, ультразвуковые, рентгеновские и тепловые методы технической диагностики и дефектоскопии.

2 Вопросы для подготовки к сдаче кандидатского экзамена с учетом отрасли науки

1. Уравнения Лагранжа второго рода для голономных и неголономных систем.
2. Потенциальные, гироскопические и диссипативные силы. Диссипативная функция Рэлея.
3. Функция Гамильтона. Принцип Гамильтона-Остроградского.
4. Колебания линейных систем с конечным числом степеней свободы.
5. Малые собственные колебания консервативных систем. Формула Рэлея.
6. Свойства собственных частот и форм колебаний. Главные (нормальные) координаты.
7. Вынужденные колебания линейных систем.
8. Устойчивость по Ляпунову. Асимптотическая устойчивость. Теоремы Ляпунова
9. Критерий Рауса-Гурвица.
10. Параметрически возбуждаемые колебания.
11. Теория нелинейных колебаний.
12. Особые точки и их классификация. Типы фазовых траекторий.
13. Метод малого параметра.
14. Метод гармонического баланса.
15. Метод прямой линеаризации.
16. Автоколебательные системы. Предельные циклы и их устойчивость.
17. Вынужденные колебания нелинейных систем.
18. Параметрические колебания.
19. Тензоры напряжений и деформаций. Уравнения равновесия. Определение перемещений по деформациям.
20. Уравнения продольных, крутильных и изгибных колебаний упругих стержней
21. Уравнения колебаний упругих пластин и оболочек.
22. Применение вариационных и численных методов.
23. Вариационные принципы в теории свободных колебаний. Методы определения собственных частот и форм упругих систем (вариационные, численные, конечных элементов).
24. Вынужденные и затухающие колебания упругих систем.
25. Уравнение изгибных колебаний трубы с текущей жидкостью при вынужденных колебаниях.
26. Метод динамических податливостей.
27. Метод динамических жесткостей.
28. Роль компьютерных технологий в расчетах и исследованиях динамики и прочности.
29. Виды погрешностей, возникающих при численном решении задачи, численная обусловленность.
30. Усилия, действующие в машинах, и их передача на фундамент.
31. Колебания вращающихся валов с дисками. Влияние различных факторов (податливость опор, форма сечения вала, гироскопические эффекты, сила тяжести, различные виды трения) на критические скорости.
32. Виброизоляция машин, приборов и аппаратуры. Активная и пассивная виброзащиты. Каскадная виброизоляция.
33. Ударные нагрузки. Определение коэффициентов динамичности при ударе. Защита от ударных воздействий.
34. Методы и средства динамических испытаний машин, приборов и аппаратуры.
35. Понятие стационарного случайного процесса. Корреляционная функция и функция спектральной плотности.

36. Задачи статистической динамики. Основное соотношение спектрального метода.
37. Передаточная функция для линейной механической системы (на примере системы с одной степенью свободы).
38. Оценка вероятности разрушения от одиночных выбросов при случайном нагружении детали.
39. Оценка усталостной долговечности при случайном нагружении.
40. Надежность изделия. Основные характеристики (безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость).
41. Комплексные характеристики надежности. Обобщенная диаграмма надежности.
42. Надежность составных систем (параллельное и последовательное соединение элементов). Резервирование.
43. Определение механических свойств материалов. Назначение и основные типы механических испытаний материалов. Испытательные машины, установки и стенды.
44. Виброметрические измерения. Типы приборов и датчики для измерения динамических процессов. Обработка результатов вибрационных и динамических испытаний. Спектральный анализ виброграмм.
45. Термометрия. Электрические, оптические и тепловизионные измерения тепловых полей.
46. Диагностика и дефектоскопия материалов и деталей. Оптические, ультразвуковые, рентгеновские и тепловые методы технической диагностики и дефектоскопии.

3 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

3.1 Основная литература

- Конструирование машин. Т. 1, 2. М.: Машиностроение, 1994.
- Испытательная техника. Т. 1, 2. М.: Машиностроение, 1982.
- Когаев В.П., Махутов Н.А., Гусенков А.П. Основы проектирования машин. Расчеты деталей машин и конструкций на прочность и долговечность. М.: Машиностроение, 1985.
- Бидерман В.Л. Прикладная теория механических колебаний. М.: Высш. шк., 1972.
- Болотин В.В. Применение методов теории вероятностей и теории надежности в расчетах сооружений. М.: Стройиздат, 1971.
- Снижение виброакустических нагрузок в гидромеханических системах / Гимадиев А.Г., Крючков А.Н., Леньпин В.В. и др.; Под ред. В.П. Шорина, Е.В. Шахматова. Самара: СГАУ, 1998.

3.2 Дополнительная литература

- Болотин В.В. Прогнозирование ресурса машин и конструкций. М.: Машиностроение, 1984.
- Аэрогидроупругость конструкций / А.Г. Горшков, В.И. Морозов, А.Т. Пономарев, Ф.Н. Шклярчук. М., 2000.

4 Условия допуска к экзамену

К сдаче кандидатского экзамена допускаются лица, имеющие высшее образование, подтвержденное дипломом специалиста или магистра.

Кандидатский экзамен по специальной дисциплине сдается на последнем курсе. По личному заявлению аспиранта, в случае представления диссертации на соискание ученой степени кандидата наук в диссертационный совет - по согласованию с проректором по научной работе - срок сдачи кандидатского экзамена может быть перенесен.

Экстерны могут сдать кандидатские экзамены по специальной дисциплине вне сроков сессии по ходатайству научного руководителя или заведующего выпускающей кафедрой и согласованию с проректором по научной работе.

5 Процедура проведения экзамена

Ответственность за проведение кандидатского экзамена по специальной дисциплине, соответствующей профилю направления подготовки обучающегося, несет кафедра, отвечающая за подготовку по соответствующей образовательной программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Отдел аспирантуры уведомляет экзаменуемого о времени и месте проведения экзаменов.

Кандидатский экзамен проводят по билетам в форме проверки экзаменационных ответов. Для подготовки ответа экзаменуемые используют экзаменационные листы, которые сохраняются после приема экзамена в течение года. Форма проведения кандидатского экзамена: устно (экзамен). В экзаменационном билете 2 вопроса.

Предварительное ознакомление экзаменуемого с экзаменационными билетами запрещается.

Для подготовки ответа экзаменуемый использует экзаменационные листы с печатью управления подготовки и аттестации научно-педагогических кадров, которые хранятся после приема экзамена в отделе аспирантуры управления подготовки и аттестации научно-педагогических кадров в течение года.

Кандидатские экзамены принимаются в форме устных ответов на вопросы экзаменационного билета. Экзаменуемый лично берет билет, называет его номер и приступает к подготовке ответа.

При проведении кандидатского экзамена по билетам экзаменуемый имеет право на подготовку к ответу в течение 60 минут. Во время экзамена с разрешения председателя комиссии, экзаменуемые могут пользоваться учебно-методическими материалами, предоставляемыми кафедрой, а также справочной и иной литературой.

После подготовки к ответу, но до истечения, отведенного для этого времени экзаменуемые, могут сообщить о своей готовности председателю комиссии и приступить к ответу на поставленные в билете вопросы. По истечении отведенного времени экзаменуемый, по вызову председателя комиссии, отвечает на поставленные в билете вопросы.

После ответа на все вопросы экзаменуемый сдает билет и конспект ответа в экзаменационную комиссию.

По окончании ответа на вопросы билета члены комиссии по приему кандидатского экзамена могут задавать экзаменуемому дополнительные и уточняющие вопросы из программы кандидатского экзамена.

С разрешения председателя комиссии экзаменующийся может взять второй билет. В этом случае оценка «отлично» исключается.

Экзаменующимся во время проведения кандидатского экзамена запрещается иметь при себе и использовать любые средства связи.

В случае обнаружения при подготовке к ответу на билет использования сдающими экзамен любого средства связи, неразрешенных пособий и различного рода записей, а также, если экзаменующиеся были замечены в несанкционированной помощи друг другу, или нарушающие установленные правила председатель комиссии по приему кандидатского экзамена имеет право заменить экзаменуемому билет с дальнейшим понижением итоговой оценки на один балл, либо удалить его экзамена.

Уровень знаний, экзаменующихся оценивается по пятибалльной шкале. Суммарный результат ответов заносится в протокол в виде записи «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Общими критериями, определяющими оценку знаний, являются:

- для оценки «отлично» - наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объёме пройденного программного материала, правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, знание дополнительно рекомендованной литературы;
- для оценки «хорошо» - наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала;
- для оценки «удовлетворительно» - наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, уверенно исправляемыми после дополнительных вопросов, необходимость наводящих вопросов, правильные действия по применению знаний на практике;
- для оценки «неудовлетворительно» - наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно») за кандидатский экзамен выставляется решением комиссии. При расхождении мнения членов комиссии решающий голос имеет председатель комиссии либо заместитель председателя комиссии. Оценка объявляется аспиранту после заседания экзаменационной комиссии.

Решение экзаменационных комиссий оформляется протоколом и подписывается всеми членами экзаменационных комиссий.

Перенос сроков приема кандидатских экзаменов возможен по уважительным причинам (болезнь, научное исследование по теме научно-квалификационной работы (диссертации), командировка и пр.). Основанием для рассмотрения вопроса о переносе срока сдачи кандидатского экзамена (экзаменов) является письменное заявление аспиранта на имя курирующего проректора с приложением документов, подтверждающих уважительный характер указанных в заявлении причин.

Тараненко Павел Александрович _____