


ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»

УТВЕРЖДАЮ:

Проктор по научной работе
ФГБОУ ВО ИРГУПС




А.В. Димов

10 _____ 2023 г.

**ПРОГРАММА
ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ИСПЫТАНИЮ
В АСПИРАНТУРУ**
подготовки научных и научно-педагогических кадров
в аспирантуре

1. Естественные науки

1.1 Математика и механика

1.1.8 Механика деформируемого твердого тела

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

составлена в соответствии с требованиями Федерального закона Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (Минобрнауки России) от 20.10.2021г. № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)», Положением утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 г. № 2122 «О подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)», Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (Минобрнауки России) от 24.02.2021г. № 118 «Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, и внесении изменения в Положение о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденное приказом министерства образования и науки Российской федерации от 10 ноября 2017 г. № 1093» и Приказа Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.08.2021 г. № 721 «Об утверждении порядка приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре».

Предлагаемая программа вступительного испытания позволяет обеспечить подготовку поступающих на обучение по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.1.8 Механика деформируемого твердого тела.

Программу составил:

д.т.н., профессор



А.А. Пыхалов

Программа обсуждена, согласована и одобрена на заседании кафедры «Физика, механика и приборостроение»

Протокол от «19» октября 2023 г. № 4

И.о. зав. кафедрой ФМиП



О.В. Горева

Введение

На основе вступительного испытания по специальной дисциплине определяется, насколько свободно и глубоко поступающие владеют теоретическими и практическими знаниями, соответствующими программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре. Программа составлена в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования по программам специалитета и (или) программам магистратуры.

Настоящая программа основана на положениях следующих дисциплин: математика, физика, теоретическая механика, сопротивление материалов, динамика и устойчивость упругих систем, теория упругости, теория пластичности и ползучести, механика разрушения, статистические методы и теория надежности, экспериментальные методы в механике.

1. Цели и задачи вступительного испытания

Целями проведения вступительных испытаний являются:

- определение уровня теоретической и практической подготовленности в области механики деформируемого твердого тела лиц, поступающих в университет;
- объективная оценка их способностей к прохождению обучения по выбранной программе высшего образования;
- создание условий для проведения конкурса поступающих при приеме на обучение в Университет.

Задачами проведения вступительного испытания по научной специальности

1.1.8 Механика деформируемого твердого тела является:

- проверить уровень знаний, умений и навыков поступающего в области Механики деформируемого твердого тела;
- определить склонность к научно-исследовательской работе;
- выявить мотивы поступления в аспирантуру;
- определить круг научных интересов;
- определить уровень научно-практической эрудиции поступающего.

2. Форма проведения и продолжительность вступительного испытания

Вступительные испытания по специальной дисциплине осуществляется в форме устного экзамена (очно и/или с использованием дистанционных технологий) с использованием билетов, содержащих контрольные задания из разных ключевых областей.

Ориентировочная продолжительность экзамена – 60 мин.

3. Вопросы к вступительному испытанию

1.1.8 Механика деформируемого твердого тела

ЧАСТЬ I СТЕРЖНЕВЫЕ СИСТЕМЫ

Раздел 1. Общие понятия

- Предмет механики деформируемого тела. Сплошная среда.
- Однородная среда. Кинематическое описание сплошной среды.
- Внешние силы, их физическая природа и векторная интерпретация.

- Принцип Сен-Венана и статически эквивалентные системы сил.
- Внутренние силы. Метод сечений.
- Упругость твердых деформируемых тел.
- Пластичность твердых деформируемых тел.
- Последействие и ползучесть твердых деформируемых тел.
- Изотропные и анизотропные деформируемые твердых тела.

Раздел 2. Стержни и стержневые системы – растяжение и сжатие.

- Растяжение и сжатие стержней, перемещение узлов стержневых систем.
- Напряжения и деформации при растяжении - сжатии.
- Статически неопределимые задачи на растяжение - сжатие.
- Расчет стержневых систем на прочность.
- Классические критерии (теории) прочности.
- Остаточные напряжения после пластической деформации.
- Большая деформация.
- Упругая энергия деформации и упругие потенциалы.
- Распространение упругих волн в стержнях и напряжение при ударе.

Раздел 3. Изгиб балок.

- Действие поперечных сил на балку.
- Закон плоских сечений.
- Нормальные напряжения при изгибе.
- Изгибающие моменты и перерезывающие силы.
- Прочность и несущая способность при изгибе.
- Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки и его интегрирование.
- Продольно-поперечный изгиб балок.
- Изгиб балки на упругом основании.

Раздел 4. Сдвиг и кручение балок.

- Деформация балок на сдвиг, действующие силы и напряжения.
- Закон Гука при чистом сдвиге.
- Чистый сдвиг – проверка прочности и допускаемые напряжения.
- Напряжения и деформации при кручении. Условия прочности и жесткости.
- Анализ предельного состояния и расчет валов на прочность и жесткость при кручении.
- Кручение стержней некруглого сечения.
- Кручение тонкостенных стержней.

Раздел 5. Устойчивость стержней и стержневых систем.

- Постановка задачи устойчивости и критические силы для сжатого стержня.
- Устойчивость прямолинейной формы сжатого стержня.
- Устойчивость пологой арки.
- Критические силы потери устойчивости при различных видах закрепления стержня.
- Устойчивость стержня в упругой среде.
- Потеря устойчивости за пределом упругости – схема Кармана.
- Потеря устойчивости за пределом упругости – схема продолжающегося нагружения.

Раздел 6. Общие свойства упругих и пластических стержневых систем.

- Упругие и пластические системы.
- Теоремы Логранжа и Кастильяно.
- Линейные упругие системы.
- Статически неопределимые системы. Экстремальные принципы.
- Метод сил и метод перемещений в строительной механике стержневых систем.
- Жесткопластическое тело.
- Статический метод определения предельной нагрузки.
- Кинематически возможные состояния и кинематический метод определения предельной нагрузки.

Раздел 7. Колебания стержневых систем

- Колебания линейных систем с конечным числом степеней свободы.
- Потенциальные, гироскопические и диссипативные силы.
- Собственные формы колебаний. Главные координаты.
- Свойства собственных частот и форм колебаний.
- Функция Гамильтона. Принцип Гамильтона-Остроградского.
- Малые собственные колебания консервативных систем.
- Формула и способ Релея.
- Динамический изгиб стержней.
- Способ Релея-Рица.
- Вынужденные колебания линейных систем.
- Автоколебательные системы.
- Предельные циклы и их динамическая устойчивость.
- Вынужденные и параметрические колебания нелинейных систем.
- Предельные состояния при колебаниях. Отстройка от резонансов.

ЧАСТЬ II УПРУГОЕ ТЕЛО

Раздел 8. Общая теория деформаций и напряжений.

- Тензоры напряжений и деформаций в евклидовом пространстве.
- Общая теория деформаций.
- Определение перемещений по заданным деформациям.
- Теория напряжений, свойства полей деформаций и напряжений.
- Круговая диаграмма Мора.
- Разложение тензора напряжений на девиаторную и гидростатическую составляющие.
- Геометрически нелинейные задачи.

Раздел 9. Теория упругости

- Определение перемещений по деформациям.
- Уравнения совместности деформаций.
- Потенциальная энергия деформации.
- Закон Гука для изотропных и анизотропных тел.
- Уравнения равновесия.
- Полная система уравнений теории упругости.
- Уравнения Бельтрами-Митчела.

- Уравнения в перемещениях.
- Постановка основных задач теории упругости.
- Теоремы о существовании и единственности решения задач теории упругости.
- Прямой и обратный методы решения задач теории упругости.
- Принцип Сен-Венана.
- Вариационные принципы теории упругости.
- Принцип Лагранжа.
- Теорема Клапейрона.
- Теорема Бетти.
- Принцип Кастильяно. Вариационные методы решения задач теории упругости (Ритца, Бубнова-Галеркина).
- Основные задачи теории упругости.
- Плоская деформация и плоское напряженное состояние.
- Функция напряжений. Дифференциальные уравнения и краевые условия для функции напряжений.
- Численные методы решения задач теории упругости.
- Применение теории функций комплексного переменного, формулы Колосова-Мусхелишвили.
- Кручение цилиндрических стержней.
- Методы решения задач о концентрации напряжений.

Раздел 10. Теория пластин и оболочек

- Допущения классической теории пластин и оболочек.
- Основное уравнение изгиба пластин. Граничные условия.
- Точные решения задачи изгиба пластин.
- Применение вариационных принципов в решении задач теории пластин.
- Применение численных методов в решении задач теории пластин.
- Расчет пластин из композитных материалов.
- Криволинейные координаты на срединной поверхности оболочки.
- Уравнения классической теории тонких упругих оболочек.
- Внутренние усилия и моменты в оболочке. Соотношения упругости.
- Потенциальная энергия деформации оболочки. Граничные условия.
- Безмоментная теория оболочек. Область применения.
- Осесимметричный изгиб оболочек вращения.
- Асимптотическое интегрирование уравнений теории оболочек.
- Теория цилиндрических оболочек.
- Интегрирование уравнений теории оболочек в одинарных и двойных рядах.
- Уравнения теории пологих оболочек и область их применения.
- Оптимальные схемы армирования безмоментных цилиндрических композиционных оболочек.
- Оптимальные конструктивные формы композитных оболочек вращения.

Раздел 11. 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.
- 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.

ЧАСТЬ III НЕУПРУГОСТЬ.

Раздел 12. Теория пластичности.

- Модели упругопластического тела.
- Критерии текучести.
- Поверхность текучести.
- Ассоциированный закон течения.
- Теория течения в случае изотропного и анизотропного упрочнения.
- Деформационная теория пластичности.
- Сравнение различных теорий пластичности.
- Постановка задач в теории упругопластического и жесткопластического материала без упрочнения.
- Остаточные напряжения теории пластичности.
- Предельное состояние и предельная нагрузка теории пластичности.
- Определение верхней и нижней границ предельной нагрузки.
- Приспособляемость. Простейшие задачи теории пластичности.
- Деформационная теория и теория пластического течения.

Раздел 13. Теория вязкоупругости.

- Теория линейной вязкоупругости.
- Математическое описание вязкоупругих свойств полимеров.
- Дифференциальная и интегральная формы соотношений между напряжениями и деформациями.
- Вязкоупругие функции, связь между ними.
- Постановка и методы решения задач теории вязкоупругости.
- Вязкоупругая аналогия.
- Вязкоупругие свойства композиционных материалов.
- Физические основы прочности материалов.
- Прочность при сложном напряженном состоянии.
- Усталостное разрушение, его физическая природа.
- Малоцикловая усталость.
- Длительная прочность.
- Статистические аспекты разрушения и масштабный фактор.
- Влияние концентрации напряжений на прочность.

Раздел 14. Теория ползучести.

- Гипотезы старения, упрочнения и наследственности в теории ползучести.
- Постановка и методы решения задач теории ползучести.
- Кинетические уравнения ползучести.
- Установившаяся и неуставившаяся ползучесть.

- Простейшая теория одномерной ползучести.
- Теория старения и расчет по изохорным кривым.
- Релаксация напряжений при ползучести.
- Установившаяся ползучесть при сложном напряженном состоянии.
- Частные формы закона ползучести.
- Испытания на ползучесть и кривые ползучести.
- Зависимость ползучести от напряжения и температуры.
- Устойчивость при ползучести.

Раздел 15. Механика разрушения.

- Механика разрушения. Основные гипотезы механики разрушения.
- Вязкий и хрупкий типы разрушения.
- Напряжения и деформации вблизи трещины в упругом теле.
- Линейная механика разрушения.
- Энергетический и силовой подходы к механике разрушения.
- Устойчивая и неустойчивая трещины.
- Вязкость разрушения и коэффициент интенсивности напряжений.
- Учет пластических деформаций в конце трещины.
- Диаграммы статического и циклического роста трещин.
- Расчеты на трещиностойкость.
- Длительное разрушение при высоких температурах. Вязкое разрушение.
- Хрупкое разрушение при высоких температурах.
- Понятие об усталостном разрушении.

Раздел 16. Механика композитов.

- Композиты волокнистого строения.
- Высокопрочные и высокомодульные волокна композитов.
- Статистическая природа прочности волокна композита.
- Прочность пучка композита.
- Неэффективная длина волокна в композите.
- Однонаправленные композиты с металлической матрицей.
- Композиты с полимерной матрицей.
- Упругие свойства и разрушение композита.
- Особенности деформирования и характер разрушения композиционных материалов при различных схемах армирования слоев и условиях нагружения.

ЧАСТЬ IV ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Раздел 17. Численные методы расчетов механики твердого деформированного тела.

- Начальная и краевая задачи. Задача Коши и основные проблемы численного решения задач механики твердого деформированного тела.
- Одношаговые методы решения задачи Коши (Эйлера, Рунге-Кутты, Галла).
- Многошаговые методы решения задачи (Милна, Адамса-Бишфорта, Хемминга).
- Метод конечных разностей в решении уравнений механики деформированного тела.
- Вариационно-энергетический подход метода перемещений теории упругости.

- Метод конечных элементов и его реализация для задач механики деформируемого тела.
- Метод граничных элементов.

Раздел 18. Экспериментальные методы исследования в механике деформированного тела.

- Определение механических свойств материалов.
- Назначение и основные типы механических испытаний материалов.
- Испытательные машины, установки и стенды.
- Методы анализа напряженно-деформированных состояний. Метод тензометрии.
- Поляризациино-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.

4. Примерные темы рефератов

1. Упругопластический изгиб балок.
2. Термодинамика упругой деформации на примере стержневых систем.
3. Изгиб тонкостенных стержней открытого профиля
4. Изгиб балок. О решении линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.
5. Устойчивость сжатого стержня и эластика Эйлера.
6. Послекритическое поведение упругих систем при потере устойчивости.
7. Исследования поведения сжатого стержня при потере устойчивости за пределом устойчивости.
8. Внецентренное сжатие упругопластического стержня.
9. Неупругость растяжения при большой деформации.
10. Условие текучести и поверхность текучести деформируемых систем.
11. Выпуклость поверхности текучести деформируемых систем.
12. Начальные и граничные условия для дифференциальных уравнений в частных производных. Типы краевых задач. Внешние и внутренние задачи.
13. Каноническая форма уравнений в частных производных 2-го порядка. Уравнение Лапласа, Пуассона, Гельмгольца. Типы краевых задач для них.
14. Оператор Лапласа в прямоугольных, цилиндрических и сферических координатах.
15. Формулы Грина для уравнения Лапласа. Гармонические функции. Интегральное представление решения внутренней задачи.
16. Уравнение малых крутильных колебаний стержня. Задачи и решение Фурье.
17. Уравнение малых изгибных колебаний стержня. Задачи и решение Фурье.

18. Уравнение малых изгибных колебаний прямоугольной мембраны. Задачи и решение Фурье.

19. Уравнение малых изгибных колебаний круглой мембраны. Задачи и решение Фурье.

20. Уравнение малых изгибных колебаний прямоугольной пластины. Задачи и решение Фурье.

21. Уравнение малых изгибных колебаний круглой пластины. Задачи и решение Фурье.

22. Теория тонких упругих оболочек. Динамика и статика. Прочность и устойчивость. Пример.

23. Уравнение теории упругости. Упругие потенциалы, волны сжатия и сдвига.

24. Статистическая механика. Уравнение Больцмана. Столкновительный интеграл.

25. Численные методы решения задач механики твердого деформированного тела. Точность, устойчивость, сходимость. Примеры.

26. Метод Рунге-Кутты для численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

27. Конечно-разностный метод решения задач механики твердого деформированного тела. Явные и неявные схемы, их преимущества и недостатки.

28. Метод конечных элементов для решения задач механики твердого деформированного тела. Основные идеи и схемы реализации.

29. Метод конечных элементов для решения задач расчета стержневых систем.

30. Метод конечных элементов для решения задач механики твердого деформированного тела. Прикладные пакеты программ для расчета МКЭ.

31. Прикладные пакеты программ для расчета прочности транспортных систем и строительных конструкций. Возможности, визуализация данных, примеры.

32. Метод граничных интегральных уравнений для решения задач механики твердого деформированного тела. Основные идеи и схемы реализации.

5. Оценивание результатов вступительного испытания

Критерии и шкала оценивания выполнения заданий экзаменационного билета

Номер задания	Критерии оценивания	Баллы по заданиям
1-3	Поступающий правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Отличный (от 27-33.3)
	Поступающий с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый (от 20-26)
	Поступающий с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными не-	Минимальный (от 13-19)

	точностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	
	Поступающий при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Низкий (менее 13)

Шкала оценивания уровня подготовленности к обучению по результатам вступительного испытания

Общий балл за вступительное испытание	Уровень подготовленности к обучению	Характеристика уровня подготовленности
80 – 100	Отличный	Поступающий отлично подготовлен для дальнейшего обучения в аспирантуре по научной специальности 1.1.8 Механика деформируемого твердого тела.
60 – 79	Базовый	Поступающий показал хороший уровень подготовки для поступления в аспирантуру в аспирантуре по научной 1.1.8 Механика деформируемого твердого тела.
40 – 59	Минимальный	Поступающий обладает минимальным уровнем компетентностей, необходимых для обучения в аспирантуре по научной специальности 1.1.8 Механика деформируемого твердого тела.
0 – 39	Низкий	Поступающее лицо не готово к обучению в аспирантуре по научной специальности 1.1.8 Механика деформируемого твердого тела.

6. Порядок проведения вступительных испытаний

Вступительное испытание по специальной дисциплине научной специальности 1.1.8 Механика деформируемого твердого тела проводится в соответствии с графиком проведения вступительных испытаний в период работы приемной комиссии.

Подготовка и проведение вступительного испытания осуществляется предметной комиссией по научной специальности, назначаемой приказом ректора университета.

Варианты экзаменационных билетов для проведения вступительных испытаний по специальной дисциплине разрабатываются председателем предметной комиссии по научной специальности и подписываются ректором университета не позже чем за месяц до начала вступительных испытаний. Варианты экзаменационных билетов для конкретной группы (потока) кандидатов должны выдаваться председателю предметной комиссии в день проведения испытания.

На вступительные испытания кандидат должен прибыть с паспортом (либо документом, заменяющим паспорт). Перед началом вступительного испытания поступающий выбирает экзаменационный билет, ему выдается экзаменационный лист, ко-

торый поступающий должен подписать, и листы устного опроса. На листах устного опроса в верхнем правом углу поступающий должен записать номер группы (потока), с которой он прибыл на вступительные испытания, номер варианта экзаменационного билета и свою фамилию с инициалами (либо номер СНИЛС). Все отмеченные документы необходимо сдать после прохождения вступительного испытания.

На подготовку к ответу традиционно выделяется 40 минут. После чего поступающий вызывается экзаменационной комиссией для ответа.

Во время проведения вступительного испытания абитуриент может покинуть аудиторию только один раз не более чем на 5 минут по разрешению экзаменатора.

Во время проведения вступительного испытания абитуриентам запрещается:

- общаться с другими абитуриентами;
- самовольно пересаживаться на другие места в экзаменационной аудитории;
- использовать какие-либо вспомогательные и справочные материалы, не разрешенные предметными экзаменационными комиссиями (учебники, методические пособия, справочники и др.);
- иметь при себе мобильные телефоны и иные средства связи, электронно-вычислительную технику (планшеты, ноутбуки и т. п.);
- выносить за пределы аудитории экзаменационный лист и листы устного опроса.

По окончании ответа поступающего экзаменационная комиссия составляет Протокол, в который заносится краткая характеристика и оценка ответов кандидата на каждый вопрос, и выставляется общая оценка за вступительное испытание. Результаты вступительного испытания заносятся в экзаменационную ведомость и выставляются на сайт университета.

В случае если поступающий не набирает минимального порогового количества баллов, считается, что экзамен он не сдал и не может принимать дальнейшее участие в конкурсе. Поступающие, не прошедшие вступительные испытания по уважительной причине (болезнь или иные обстоятельства, подтвержденные документально), допускаются к проведению вступительного испытания в другой группе или в резервный день в соответствии с расписанием проведения вступительных испытаний.

Спорные вопросы, возникшие при проведении вступительного испытания, разрешаются апелляционной комиссией. Заявление (апелляция) о нарушении порядка проведения вступительного испытания и/или несогласие с результатами вступительного испытания, подается поступающим лично на следующий день после объявления итоговой оценки вступительного испытания.

Порядок проведения дистанционного компьютерного тестирования

Платформами для проведения дистанционных вступительных испытаний являются корпоративная платформа Microsoft Teams и системы электронного обучения Moodle.

Перед выполнением компьютерного теста проводится процедура аутентификации личности поступающего, то есть осуществляется проверка подлинности пользователя путём сравнения введённого им пароля с паролем в базе данных пользователей.

Затем осуществляется визуальная (экспертная) идентификация личности поступающего посредством установления визуального соответствия личности обучающегося документам, удостоверяющим его личность.

Выполнение компьютерного теста осуществляется при экспертном видео-прокторинге, то есть при помощи визуального контроля за ходом дистанционного испытания посредством видеосвязи.

При отсутствии у обучающегося в комплектации компьютера веб-камеры и микрофона, экспертные идентификация личности и видео-прокторинг могут проводиться с помощью мобильного телефона с использованием мобильных версий указанных выше платформ.

7. Список литературы для подготовки к экзамену

Основная литература

1. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела. М.: Наука, 1979.
2. Пановко Я.Г. Механика деформированного твердого тела. Современные концепции, ошибки, парадоксы. – М.: Наука. – 1985.
3. Партон В.З., Морозов Е.М. Механика упругопластического разрушения. – М.: Наука. – 1985. – 504 с.
4. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости. – М.: Машиностроение. – 1975. – 500 с.
5. Писаренко Г.С. и другие. Соппротивление материалов. Киев: Вища школа, 1986, 775 с.
6. Малинин Н.Н. Прикладная теория пластичности и ползучести. М.: Машиностроение, 1975.
7. Бидерман В.Л. Прикладная теория механических колебаний. М.: Высш. шк., 1972.
8. Хронин Д.В. Теория и расчет колебаний в двигателях летательных аппаратов. – М.: Машиностроение. – 1970. – 412 с.
9. Работнов Ю.Н. Ползучесть элементов конструкций. М.: Физматгиз, 1966.
10. Васильев В.В. Механика конструкций из композиционных материалов. М.: Машиностроение, 1988.
11. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. М.: Мир, 1975.
12. Бахвалов Н.С. Численные методы. – М.: Наука, 1973.

Дополнительная литература

1. Безухов Н.И. Основы теории упругости, пластичности, ползучести. – М.: Машиностроение. – 1968. – 400 с.
2. Ильюшин А.А. Пластичность. – М.: Гостехиздат. – 1948. – 312 с.
3. Малинин Н.Н. Прикладная теория пластичности и ползучести. – М.: Машиностроение. – 1975. – 400 с.
4. Надаи А. Пластичность. Механика пластического состояния. – М.: ОНТИ. – 1936.
5. Хилл Р. Математическая теория пластичности. – М.: Гос. изд-во технико-теоретической литературы. – 1956. – 407 с.
6. Партон В.З., Перлин П.И. Методы математической теории упругости. М.: Наука. Физматлит, 1981.
7. Феодосьев В.И. Соппротивление материалов. М.: Изд-во МГТУ, 1999.
8. Горшков А.Г., Рабинский Л.Н., Тарлаковский Д.В. Основы тензорного анализа и механика сплошной среды. М.: Наука, 2000.

9. Пестриков В.Н., Морозов Е.Н. Механика разрушения твердых тел. Курс лекций. СПб.: Профессия, 2001.
10. Болотин В.В. Неконсервативные задачи теории упругой устойчивости. М.: Физматлит, 1961.
11. Новожилов В.В. Теория тонких оболочек. Л.: Судостроение, 1962.
12. Болотин В.В. Прогнозирование ресурса машин и конструкций. М.: Машиностроение, 1984.
13. Вибрации в технике: Справочник. В 6 т. М.: Машиностроение, 1999.
14. Когаев В.П., Махутов Н.А., Гусенков А.П. Расчеты деталей машин и конструкций на прочность и долговечность. М.: Машиностроение, 1985.
15. Пестриков В.Н., Морозов Е.Н. Механика разрушения твердых тел: Курс лекций. СПб.: Профессия, 2001.
16. Гохфельд Д.А. Несущая способность конструкций при повторных нагружениях. – М.: Машиностроение. – 1979.
17. Гусев А.С. Сопротивление усталости и живучесть конструкций при случайных нагрузках. – М.: Наука. – 1990.
18. Данилина Н.И. и др. Численные методы. –М.: Высш. Шк., 1976.
19. Дьяконов В.П., Абрамова И.В. Mathcad 8.0 в математике, физике и в Internetе. М.: Нолидж, 1999.
20. Дьяконов В.П. Matlab 5.0 – 5.3. – система символьной математики. М.: Нолидж, 1999.
21. Дьяконов В.П. Математическая система Maple V – R3/4/5. М.: Солон, 1998.