

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ГАГАРИНА Ю.А.»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор  
по научной работе  
Д.Ю. Петров  
«31» мая 2019 г.



ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В АСПИРАНТУРУ  
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

НАПРАВЛЕНИЕ – 01.06.01 «Математика и механика»  
НАПРАВЛЕННОСТЬ – «Динамика, прочность машин, приборов и  
аппаратуры»

Саратов, 2019

# ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В АСПИРАНТУРУ ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

## ВОПРОСЫ

### 1. ТЕОРИЯ КОЛЕБАНИЙ И УСТОЙЧИВОСТИ ДВИЖЕНИЯ

1.1 Уравнения Лагранжа второго рода. Потенциальные, гироскопические и диссипативные силы.

1.2 Принцип Гамильтона-Остроградского.

1.3 Собственные и вынужденные колебания точки и системы точек.

1.4 Свойства собственных частот и форм колебаний. Главные (нормальные) координаты.

1.5 Вынужденные колебания линейных систем.

1.6 Критерии устойчивости линейных систем. Определение областей неустойчивости. Резонанс.

1.7 Теория нелинейных колебаний. Вынужденные и параметрические колебания нелинейных систем.

1.8 Вибрационная устойчивость. Методы гашения вибраций.

1.9 Уравнения продольных, крутильных и изгибных колебаний упругих стержней  
Уравнения колебаний упругих пластин и оболочек.

1.10 Методы определения собственных частот и форм упругих систем (вариационные, численные, конечных элементов). Вынужденные и затухающие колебания упругих систем.

1.11 Стоячие и бегущие волны в неограниченной упругой среде. Поверхностные и объемные волны.

### 2. ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

2.1 Тензоры напряжений и деформаций. Уравнения равновесия. Определение перемещений по деформациям. Уравнения совместности деформаций. Потенциальная энергия деформации.

2.2 Закон Гука для изотропного и анизотропного тел.

2.3 Прямой, обратный и полуобратный методы решения задач теории упругости. Вариационные принципы теории упругости. Принцип Лагранжа. Теорема Клапейрона.

2.4 Основные задачи теории упругости. Плоская деформация и плоское напряженное состояние. Функция напряжений.

2.5 Сложное напряженное состояние.

2.6 Методы решения задач теории упругости (тригонометрических рядов, преобразования Фурье, конечных разностей, конечных элементов, граничных разностей).

### 3. ТЕОРИЯ ПЛАСТИЧНОСТИ, ПОЛЗУЧЕСТИ И ВЯЗКОУПРУГОСТИ

3.1 Модели упругопластического тела. Критерии текучести. Поверхность текучести.

3.2 Деформационная теория. Простейшие задачи теории пластичности. Краевые задачи теорий пластичности и ползучести. Концентрация напряжений и деформаций.

3.3 Постановка задач в теории упругопластического и жесткопластического материала без упрочнения. Остаточные напряжения. Предельное состояние и предельная нагрузка.

3.4 Гипотезы старения, упрочнения и наследственности в теории ползучести.

3.5 Теория линейной вязкоупругости. Математическое описание вязкоупругих свойств полимеров. Дифференциальная и интегральная формы соотношений между напряжениями и деформациями. Постановка и методы решения задач теории вязкоупругости.

#### 4. КОНСТРУКЦИОННАЯ ПРОЧНОСТЬ

4.1 Физические основы прочности материалов. Вязкий и хрупкий типы разрушения. Прочность при сложном напряженном состоянии. Усталостное разрушение, его физическая природа. Длительная прочность.

4.2 Механика разрушения. Основные гипотезы механики разрушения.

4.3 Кинетика трещинообразования в аморфном и кристаллическом теле. Устойчивая и неустойчивая трещины.

4.4 Вязкость разрушения и критический коэффициент интенсивности напряжений.

4.5 Расчеты на трещиностойкость. Учет пластических деформаций в конце трещины.

4.6 Особенности деформирования и характер разрушения композиционных материалов при различных схемах армирования слоев и условиях нагружения.

#### 5. ДИНАМИКА МАШИН, ПРИБОРОВ И АППАРАТУРЫ

5.1 Усилия, действующие в машинах, и их передача на элементы конструкции. Колебания вращающихся валов с дисками. Уравновешивание роторных машин.

5.2 Методы статической и динамической балансировки роторов.

5.3 Методы и средства динамических испытаний машин, приборов и аппаратуры.

5.4 Виброизоляция машин, приборов и аппаратуры. Активная и пассивная виброзащиты. Виброакустика машин.

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

5.6 Прочность конструкций в условиях ударных нагрузок.

#### 6. ТЕОРИЯ НАДЕЖНОСТИ МАШИН, ПРИБОРОВ И АППАРАТУРЫ

6.1 Основные понятия теории надежности. Показатели надежности.

6.2 Функции распределения. Связь между надежностью и долговечностью.

6.3 Правило суммирования повреждений и его применение для оценки надежности.

6.4 Применение теории случайных функций к расчету надежности машин, приборов и аппаратуры.

6.5 Методы повышения надежности машин и их элементов.

6.6 Понятие о ресурсе.  $\gamma$  – процентный ресурс и причины его применения при расчетах надежности.

## 7. ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТОВ ДИНАМИКИ И ПРОЧНОСТИ

7.1 Роль компьютерных технологий в расчетах и исследованиях динамики и прочности.

7.2 Основные способы дискретизации для решения задач динамики и прочности.

7.3 Метод конечных разностей. Алгоритмизация вариационных методов.

7.4 Метод конечных элементов и его реализация.

7.5 Метод граничных элементов.

## 8. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ И ПРОЧНОСТИ

8.1 Определение механических свойств материалов. Испытательные машины, установки и стенды.

8.2 Методы анализа напряженно-деформированных состояний.

8.3 Метод тензометрии. Поляризационно-оптический метод.

8.4 Обработка результатов вибрационных и динамических испытаний. Виброметрические измерения.

8.5 Термометрия. Методы технической диагностики и дефектоскопии.

8.6 Методы и средства испытаний на надежность.

## ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Боровских В.Е. Некоторые вопросы надежности несущих систем транспортных машин: учеб. пособие / В.Е.Боровских, В.А.Буцынский. Саратов.Сарат.гос.техн.ун-т, 2008. 52 с.

2. Пантина И.В. Вычислительная математика [Электронный ресурс]: учебник/ Пантина И.В., Синчуков А.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский финансово-промышленный университет «Синергия», 2012.— 176 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17012>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

3. Доев, В.С. Теория колебаний в транспортной механике [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.С. Доев, Ф.А. Доронин, А.В. Индейкин. – Электронные текстовые данные. – М.: ФГОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2011. – 352 с. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/books/ISBN9785999400284>. – ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА. Электронная библиотека технического ВУЗа» », по паролю

4. Карлов Н.В. Колебания, волны, структуры [Электронный ресурс]/ Карлов Н.В., Кириченко Н.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.— 491 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17270>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

5. Гуськов, А.М. Свободные колебания консервативных нелинейных систем с одной степенью свободы [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.М. Гуськов, С.В. Ярьско. – Электронные текстовые данные. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 44 с. – Режим доступа:

- <http://www.studentlibrary.ru/books/ISBN9785703832424>. – ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА. Электронная библиотека технического ВУЗа» », по паролю
6. Бойцов, В. Б. Технологические методы повышения прочности и долговечности [Электронный ресурс] : учебное пособие / Бойцов В. Б. - Москва : Машиностроение, 2005. - 128 с. - ISBN 5-217-03286-3 Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/5123>. - ЭБС «IPRbooks», по паролю
7. Рахматулин, Х. А. Прочность и разрушение при кратковременных нагрузках [Электронный ресурс] : учебное пособие / Рахматулин Х. А. - Москва : Логос, Университетская книга, 2008. - 619 с. - ISBN 978-5-98704-278-X Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9283>. - ЭБС «IPRbooks», по паролю
8. Фридкин, В. М. Формообразование строительных конструкций [Текст] : монография / Фридкин В. М. - Москва : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2011. - 171 с. - ISBN 978-5-7264-0518-6 Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16318>. - ЭБС «IPRbooks», по паролю
9. Соколов, С. А. Строительная механика и металлические конструкции машин [Текст] : учебник / Соколов С. А. - Санкт-Петербург : Политехника, 2012. - 422 с. - ISBN 978-5-7325-0969-4. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/15913>. - ЭБС «IPRbooks», по паролю
10. Александров, А. В. Сопротивление материалов : учебник / А. В. Александров, В. Д. Потапов, Б. П. Державин ; под ред. А. В. Александрова. - 5-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2007. - 560 с. : ил. ; 25 см. - Гриф: рек. М-вом образования и науки РФ в качестве учеб. для студ. вузов. - ISBN 978-5-06-003732-6
11. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / сост. Ю. С. Бахрачева. - Волгоград : Волгоградский институт бизнеса, Вузовское образование, 2013. - 170 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/11346>. - ЭБС «IPRbooks», по паролю.
12. Феодосьев, В. И. Сопротивление материалов / В. И. Феодосьев. – 13-е изд., стер. – М. : Изд-во МГТУ, 2005. – 592 с. : ил. ; 22 см. – (Механика в техническом университете ; т. 2). – Гриф : рек. М-вом образования РФ в качестве учебника для вузов.
13. Щербакова, Ю. В. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Щербакова Ю. В. - Саратов : Научная книга, 2012. - 159 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8224>. - ЭБС «IPRbooks», по паролю.
14. Терентьев В.Ф. Усталочная прочность металлов и сплавов [Текст] Терентьев В.Ф. – М.: ИНТЕРМЕТ ИНЖИНИРИНГ, 2002. – 289 с., илл.
15. Богатов А.А. Механические свойства и модели разрушения металлов. Учебн. пособие для вузов. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2002. - 329 с., илл, <http://www.twirpx.com/file/429033>
16. Теория механизмов и машин: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений /М.З. Коловский и др.- М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 560 с.- (12 экз.).
17. Блехман И.И. Теория вибрационных процессов и устройств : вибрационная механика и вибрационная техника / И. И. Блехман. - М.: ИД "Руда и Металлы", 2013. - 640 с. : ил. – (1 экз.).

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Зализняк В.Е. Основы научных вычислений. Введение в численные методы для физиков и инженеров [Электронный ресурс]/ Зализняк В.Е.— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2006.— 264 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16588>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
2. Яблонский, А. А. Курс теории колебаний: учеб. пособие / А. А. Яблонский, С. С. Норейко. – 4-е изд., стер. – СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2003. – 256 с.
3. Горелик, Г. С. Колебания и волны. Введение в акустику, радиофизику и оптику [Электронный ресурс]: учебное пособие /Г. С. Горелик. – 3-е изд.: под ред. С.М. Рытова. – Электронные текстовые данные. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 656 с. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/books/ISBN9785922107761>. – ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА. Электронная библиотека технического ВУЗа» », по паролю
4. Виброакустический комплекс ВК-01. Руководство по эксплуатации. Программное обеспечение *ZetLab* / ОАО «Электронные технологии и метрологические системы» (г. Зеленоград Московской обл.)
5. Замрий А.А. САД/САЕ система АРМ WinMachine. Практический учебный курс: учебно-методическое пособие.-М.: изд-во АРМ. 2007.- 144с.
2. Кособлин Ф.И. Расчет деталей механизмов и машин на усталочную прочность. –Хабаровск. Изд-во ДВГУПС, 2000. – 39 с.
6. Бурдуковский, В.Г. Критерии накопления повреждений и разрушения при многоцикловой усталости металлических материалов (обзор) / В.Г. Бурдуковский, И.С. Каманцев // Заводская лаборатория: Диагностика материалов. – 2009 . - №7. – с. 36-41.
7. Когаев В.П., Махутов Н.А., Гусенков А.П. Основы проектирования машин. Расчеты деталей машин и конструкций на прочность и долговечность. М.: Машиностроение, 1985.
8. Васильев В.В. Механика конструкций из композиционных материалов. М.: Машиностроение, 1988.
9. 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.