

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям

О.И. Чуприс

Регистрационный № УД 5445/уч.

СОВРЕМЕННАЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕХАНИКА

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности второй ступени высшего
образования (магистратуры):**

1-31 80 04 Механика

2018 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-31 81 07-2013 и учебного плана G31-267/уч. от 26.05.2017.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Богданович А.В., профессор кафедры теоретической и прикладной механики

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой теоретической и прикладной механики
(протокол № 10 от 21.05.2018)

Учебно-методической комиссией механико-математического факультета
Белорусского государственного университета 19.06.2018 г., протокол № 8.



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Современная экспериментальная механика» является дисциплиной по выбору магистранта, относится к циклу дисциплин специальной подготовки и адресована магистрантам 1-го года обучения механико-математического факультета Белорусского государственного университета по специальности 1-31 80 04 Механика.

Целью дисциплины является формирование у студентов социальных знаний по применению современных методов экспериментальной механики для определения механических характеристик материалов, элементов конструкций, пар трения, работающих в условиях статических, переменных, динамических нагрузок, трения, комбинированных и экстремальных воздействий.

Задачами дисциплины «Современная экспериментальная механика» являются:

- формирование установки на творческую профессиональную деятельность;
- развитие профессионального мышления, которое обеспечит будущему специалисту возможность свободно оперировать профессиональными знаниями, видеть проблемы и пути их решения в самостоятельной практической деятельности, выбирать оптимальные пути их решения и методу осуществления решений;
- воспитание активной профессиональной позиции, умения вырабатывать и обосновывать свой подход в решении задач.

В результате изучения студент должен:

знать:

- методы определения характеристик механических свойств при статическом, длительном, циклическом, динамическом нагружении;
- методы определения триботехнических характеристик материалов и пар трения;
- экспериментальные методы определения напряженно-деформированного состояния и остаточных напряжений образцов и конструкций;
- методы определения характеристик механических свойств в экстремальных условиях;
- оборудование для механических испытаний;

уметь:

- применять полученные знания для экспериментального определения механических характеристик материалов, элементов конструкций, пар трения, работающих в условиях статических, переменных, динамических нагрузок, трения, комбинированных и экстремальных воздействий.

владеть:

- статистическими методами обработки результатов испытаний.

Данная дисциплина опирается и использует изученные ранее сведения из дисциплины «Механика современных материалов», «Сопротивление материалов», «Теоретическая механика», «Механика твердого тела».

Преподавание данной дисциплины должно строиться таким образом, чтобы обучающийся приобретал следующие академические профессиональные компетенции:

- АК-1. Осуществлять самостоятельную научно-исследовательскую деятельность.
- АК-3. Использовать междисциплинарный подход при решении проблем.
- АК-4. Применять технические устройства и компьютеры, использовать базы данных, пакеты прикладных программ и средства компьютерной графики для решения профессиональных задач.
- АК-5. Постоянно повышать свою квалификацию.
- ПК-2. Разрабатывать и использовать современное учебно-методическое обеспечение.
- ПК-3. Осваивать и внедрять в учебный процесс инновационные образовательные технологии.
- ПК-7. Квалифицированно проводить научные исследования в области механики и математического моделирования.
- ПК-8. Пользоваться глобальными информационными ресурсами.
- ПК-11. Взаимодействовать со специалистами смежных профилей.

Также подлежат развитию социально-личностные компетенции магистра, его способности:

- СЛК-1. К сотрудничеству и работе в команде.
- СЛК-2. Владению коммуникативными способностями для работы в междисциплинарной и международной среде.
- СЛК-3. Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности.
- СЛК-6. Проявлять инициативу и креативность, в том числе в нестандартных ситуациях.
- СЛК-7. Адаптироваться к новым ситуациям социально-профессиональной деятельности, реализовывать накопленный опыт, свои возможности.

В соответствии с учебными планами специальностей на изучение дисциплины отводится:

Форма обучения	Срок обучения, лет	Курс	Семестр	Экзамен семестр	Зачет, семестр	Всего часов	В том числе ауд.	Из них		
								Лекций	Практических	Лабораторных
дневная	2	2	3		3	120	52	32	4	16

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение. Определение характеристик механических свойств конструкционных материалов

Испытания на растяжение. Диаграмма растяжения. Понятие о наклепе. Характеристики прочности и пластичности. Работа деформации. Характер и особенности излома. Испытания на сжатие. Понятие о механизме образования деформаций. Понятие о концентрации напряжений. Влияние различных факторов на механические свойства материалов. Ползучесть и длительная прочность.

Тема 2. Методы и оборудование для пробы твердость. Определение характеристик сопротивления конструкционных материалов ударному нагружению. Технологические пробы

Твердость при статическом вдавливании (шариком, конусом, пирамидой). Твердость при царапании. Твердость при динамическом вдавливании. Оценка различных характеристик механических свойств по результатам испытания на твердость. Испытания на ударную вязкость. Температура вязко-хрупкого перехода. Технологические пробы (на искру, на изгиб, на осадку, на перегиб и др.).

Тема 3. Методы и средства экспериментального определения характеристик сопротивления усталости конструкционных материалов

Машины для испытания на усталость: назначение, классификация, общие требования. Основные схемы (особенности конструкции) механических, гидравлических, резонансных, сервогидравлических испытательных машин. Образцы для испытания на усталость. Методы определения характеристик сопротивления усталости. Обработка результатов испытания на усталость. Методы ускоренной расчетно-экспериментальной оценки пределов выносливости.

Тема 4. Испытания материалов на трение и износ

Триботехническое материаловедение. Трибометрия поверхностей. Экспериментальное определение триботехнических характеристик металлических и полимерных материалов. Фрикционная теплостойкость. Абразивная стойкость материалов. Определение триботехнических свойств смазочных материалов.

Тема 5. Экспериментальная механика разрушения

Общие положения механики разрушения. Статическая трещиностойкость материалов. Диаграмма нагрузка-перемещение. Основные закономерности статической трещиностойкости. Кинетическая диаграмма усталостного разрушения. Экспериментальное определение характеристик трещиностойкости при циклическом нагружении. Влияние различных факторов на циклическую трещиностойкость конструкционных сплавов.

Тема 6. Тензодатчики, методы и средства тензометрии, оптоволоконные датчики

Тензочувствительность. Тензодатчики и их характеристики. Схема тензодатчика. Схема тензометрического моста Уинстона. Наклеиваемые датчики деформации в виде фольги. Устройства формирования сигналов. Тензометрическая регистрирующая аппаратура. Экстензометры. Особенности тензоизмерений и обработка их результатов. Оптоволоконные датчики.

Тема 7. Методы фотоупругости и фотоупругие покрытия

Теория фотоупругости. Поляризация и двойное лучепреломление. Методы рассеянного света. Фотоупругие покрытия. Динамическая фотоупругость. Фототермоупругость. Цифровая фотоупругость. Цифровой полярископ. Фотопластичность.

Тема 8. Метод хрупких покрытий

Напряженно-деформированное состояние покрытия. Критерий разрушения хрупких покрытий. Предельная прочность покрытия. Анализ данных, получаемых с помощью хрупких покрытий. Примеры. Методика эксперимента.

Тема 9. Экспериментальная механика композитов

Экспериментальные методы для композитных материалов. Определение характеристик композитных материалов. Двухосные испытания. Влияние концентрации напряжений. Неразрушающие испытания.

Тема 10. Сканирующая электронная микроскопия

Введение. Базовая конструкция сканирующего электронного микроскопа и источники электронов. Электронные пучковые взаимодействия: вторичные электроны, обратно рассеянные электроны, рентгеновские лучи. Подготовка образцов для исследования. Применение: фрактография, микроструктурные особенности.

Тема 11. Методы определения остаточных напряжений

Метод сверления отверстий. Ультразвуковой метод. Акустическая упругость. Рентгеновский метод. Оптико-механические методы.

Тема 12. Экспериментальное определение прочности материалов элементов конструкций в экстремальных условиях

Прочность и пластичность материалов при низких температурах. Влияние нейтронного облучения на механические характеристики конструкционных сплавов. Усталость металлических материалов при высокой и низкой температуре, высокочастотном нагружении.

Тема 13. Методы и средства износоусталостных испытаний

Методы износоусталостных испытаний. Машины серии СИ. Испытательный центр SZ-01. Стандартизация и унификация при износоусталостных испытаниях. Характеристики сопротивления износоусталостным повреждениям.

Тема 14. Натурные стендовые и полигонные испытания сборочных единиц, агрегатов и полнокомплектных машин

Организация испытаний автотракторной и сельскохозяйственной техники: виды, программа и методика испытаний, испытательный полигон. Испытания на безопасность и экологическую чистоту. Стендовые испытания: особенности, режимы, конструкция и принцип работы стендов, автоматизация. Измерительно-информационная техника. Планирование эксперимента.

Тема 15. Методы статистической обработки результатов механических испытаний

Статистические распределения. Доверительные интервалы оценок. Сравнение средних. Статистический коэффициент безопасности. Статистический отбор данных. Регрессионный анализ. Метод наименьших квадратов. Критерий «хи-квадрат».

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (дневная форма обучения)

Номер раздела,	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						Количество часов УСР	Литература	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Введение. Определение характеристик механических свойств конструкционных материалов	2			2			[1, 2, 8, 14]	Опрос, отчет по лабораторной работе	
2	Методы и оборудование для пробы твердость материалов. Определение характеристик сопротивления конструкционных материалов ударному нагружению, Технологические пробы	2			4			[7, 8, 14]	Опрос, отчет по лабораторной работе	
3	Методы и средства экспериментального определения характеристик сопротивления усталости конструкционных материалов	2			2			[3, 14]	Опрос, отчет по лабораторной работе	
4	Испытания материалов на трение и износ	4			2			[4, 9, 13, 14]	Опрос, отчет по лабораторной работе	

5	Экспериментальная механика разрушения	2	2						[1-3, 5, 15]	Опрос, отчет по практической работе
6	Тензодатчики, методы и средства тензометрии, оптоволоконные датчики	2							[1]	Опрос
7	Методы фотоупругости и фотоупругие покрытия	2							[1]	Контрольная работа
8	Метод хрупких покрытий	2							[1]	Опрос
9	Экспериментальная механика композитов	2		2					[1]	Опрос, отчет по лабораторной работе
10	Сканирующая электронная микроскопия	2							[1]	Опрос
11	Методы определения остаточных напряжений	2							[1]	Опрос
12	Экспериментальное определение прочности материалов элементов конструкций в экстремальных условиях	2							[6]	Опрос
13	Методы и средства износоусталостных испытаний	2		4					[10, 12]	Опрос, отчет по лабораторной работе
14	Натурные стендовые и полигонные испытания сборочных единиц, агрегатов и полнокомплектных машин	2							[11]	Опрос
15	Методы статистической обработки результатов механических испытаний	2	2						[1]	Опрос, отчет по практической работе
	ВСЕГО ЧАСОВ	32	4	-	16					Экзамен

ИНФОРМАЦИОННО - МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Экспериментальная механика: В 2 кн. Пер. с англ. под ред. *А. Кобаяси*. – М. : Мир, 1990. – Книга 1. – 616 с. – Книга 2. – 552 с.
2. Сопротивление материалов / Под ред. академика АН УССР *Писаренко Г.С.* – Киев: Вища шк. Головное изд-во, 1986. – 775 с.
3. *Троценко, В.Т.* Сопротивление усталости металлов и сплавов. Справочное пособие в 2-х томах / *В.Т. Троценко, Л.А. Сосновский*. – Киев: Наукова думка, 1987. – 1335 с.
4. Справочник по триботехнике/ Под общ. ред. *М. Хебды, А.В. Чичинадзе*. – В 3 т. Т.1. Теоретические основы. – М. : Машиностроение, 1989. – 400 с.
5. *Сосновский, Л.А.* Трещиностойкость: монография /*Л.А. Сосновский, А.В. Богданович*. – Гомель: БелГУТ, 2011. – 366 с.
6. Прочность материалов и элементов конструкций в экстремальных условиях. В 2-х т. / Под ред. *Г.С. Писаренко*. – Киев : Наукова думка, 1980. – Т.1. – 535 с. – Т.2. – 771 с.
7. *Григорович, В.К.* Твердость и микротвердость металлов / *В.К. Григорович*. – М. : Наука, 1976. – 230 с.
8. *Жуковец, И.И.* Механические испытания металлов: Учеб. /*И.И. Жуковец*. – М. : Высш. шк., 1986. – 199 с.
9. *Кирпиченко, Ю.Е.* Основы трибологии: Теория. Лабораторный практикум. Упражнения / *Ю.Е. Кирпиченко, А.Ф. Трофименко*. – Гомель : Инфотрибо, 1995. – 224 с.
10. *Сосновский, Л.А.* Основы трибофатики : Учебное пособие для студентов вузов: В 2 ч. / *Л.А. Сосновский*. – Гомель, 2003. – Ч.1. – 246 с.
11. Автомобили: испытания; учеб. пособие для вузов/ *В.М. Беляев, М.С. Высоцкий, Л.Х. Гилелес и др.*; Под ред. *А.И. Гришкевича, М.С. Высоцкого*. – Мн.: Высш. шк., 1991. – 187 с.
12. *Богданович, А.В.* Лабораторный практикум по экспериментальной механике: Учеб.-методич. пособие для магистрантов ММФ / *А.В. Богданович, С.С. Щербаков, Д.Е. Мармыш*. – Минск : БГУ, 2017. – 107 с.

Дополнительная литература

13. *Когаев, В.П.* Прочность и износостойкость деталей машин: Учебное пособие для вузов / *В.П. Когаев, Ю.Н. Дроздов.* – М.: Высш. школа, 1991. – 319 с.
14. *Фридман, Я.Б.* Механические свойства металлов. В 2-х ч. Часть вторая. Механические испытания. Конструкционная прочность / *Я.Б. Фридман.* – М.: Машиностроение, 1974. – 368 с.
15. Механика разрушения на базе компьютерных технологий. Практикум / *В.М. Пестриков, Е.М. Морозов.* – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 464 с.

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Диагностика результатов учебной деятельности по дисциплине «Современная экспериментальная механика» проводится, как правило, во время аудиторных занятий. Для диагностики используются:

- опрос на аудиторных занятиях;
- контрольная работа;
- защита отчета по практической, лабораторной работе.

Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно.

Методика формирования итоговой оценки

Полученные студентом количественные результаты учитываются как составная часть итоговой оценки по дисциплине в рамках рейтинговой системы.

Итоговая оценка формируется на основе трех документов:

- 1) Правила проведения аттестации.
- 2) Положение о рейтинговой системе БГУ.
- 3) Критерии оценки студентов.

**ПРОТОКОЛ
СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ИЗУЧАЕМОЙ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ
СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Механика современных материалов	Теоретической и прикладной механики	Нет	Вносить изменения не требуется (протокол № от г.)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
на ____ / ____ учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
Теоретической и прикладной механики (протокол № ____ от ____ 201__ г.)

Заведующий кафедрой

д-р физ.-мат. наук, профессор
(ученая степень, ученое звание)

(подпись) М.А. Журавков
(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

канд. физ.-мат. наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

(подпись) Д.Г. Медведев
(И.О.Фамилия)