

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям

О.Н.Здрок

«*26*» *января* 2020 г.

Регистрационный № УД 7823/уч.

МЕХАНИКА СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности**

1-31 80 04 Механика и математическое моделирование
Профилизация: Теоретическая и прикладная механика

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 80 04-2019 и учебного плана № G31-019/уч., утвержденного 11.04.2019.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Богданович А.В., профессор кафедры теоретической и прикладной механики механико-математического факультета Белорусского государственного университета, доктор технических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Сосновский Л.А., профессор кафедры «Локомотивы» УО «Белорусский государственный университет транспорта», доктор технических наук, профессор

Чикова Т.С., профессор кафедры общей и медицинской физики факультета мониторинга окружающей среды УО «Международный государственный институт им. А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой теоретической и прикладной механики механико-математического факультета БГУ (протокол № 5 от 27.12.2019);

Научно-методическим советом БГУ (протокол № 3 от 03.01.2020)

Зав. кафедрой _____

М.А. Журавков

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины «Механика современных материалов» является повышение общепрофессионального уровня подготовки студентов, получение новых знаний в области механики современных материалов, в том числе состава, механических свойств, технологии получения и областей применения современных материалов разного класса, расчета деталей машин, элементов конструкций из современных материалов, работающих в условиях переменных нагрузок, трения, комбинированных воздействий.

Задачами дисциплины «Механика современных материалов» являются:

- формирование установки на творческую профессиональную деятельность;
- знакомство с механикой современных материалов как разделом механики;
- знакомство с составом, механическими свойствами, технологиями получения и областями применения современных материалов разного класса, расчета деталей машин, элементов конструкций из современных материалов, работающих в условиях переменных нагрузок, трения, комбинированных воздействий;
- развитие профессионального мышления в области механики современных материалов, 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.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием (магистра).

Учебная дисциплина относится к модулю «Актуальные вопросы современной механики» государственного компонента.

Связи с другими учебными дисциплинами, включая учебные дисциплины компонента учреждения высшего образования, дисциплины специализации и др.

Данная дисциплина опирается и использует знания ранее изучаемых дисциплин: «Соппротивление материалов и основы строительной механики», «Механика сплошной среды».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Механика современных материалов» должно обеспечить формирование **углубленной профессиональной компетенции:**

УПК-4: Владеть знаниями по вопросам состава, механических свойств, технологии получения и областей применения современных материалов.

В результате изучения студент должен:

знать:

- механизмы усталостного повреждения и разрушения, основные характеристики сопротивления усталости современных конструкционных материалов;
- основные понятия по трению и изнашиванию современных материалов и узлов;
- состав, технологии получения, физико-химические свойства, области применения современных конструкционных материалов;

уметь:

- применять полученные знания для обоснованного выбора современных конструкционных материалов, а также расчета деталей машин, элементов конструкций из современных материалов, работающих в условиях переменных нагрузок, трения, комбинированных воздействий;

владеть:

- методами определения характеристик сопротивления механической, фрикционной и контактной усталости, фреттинг-усталости.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 3 семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Механика современных материалов» отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 108 часов, в том числе 36 аудиторных часов, из них: лекции – 18 часов, лабораторные занятия – 18 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетных единиц.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение. Прочность современных материалов при переменных напряжениях.

Введение в механику современных материалов. Понятие об усталости и выносливости материалов. Цикл напряжений. Кривая усталости и ее аналитическое описание. Характеристики сопротивления усталости. Понятие о полной кривой усталости. Механизмы усталостного повреждения и разрушения. Методы определения характеристик сопротивления усталости. Обработка результатов испытания на усталость. Методы ускоренной расчетно-экспериментальной оценки пределов выносливости. Методы расчета на прочность при переменных напряжениях.

Тема 2. Трение и износ: основные понятия. Характеристики сопротивления изнашиванию при скольжении и качении. Фреттинг. Расчеты на трение и износ

Сила и коэффициент трения. Процессы изнашивания. Трение скольжения. Понятие фрикционной усталости. Кривая фрикционной усталости. Характеристики сопротивления фрикционной усталости. Понятие фрикционно-механической усталости. Трение качения. Питтингообразование. Кривая контактной усталости. Характеристики сопротивления контактной усталости. Понятие контактно-механической усталости. Фреттинг-коррозия и фреттинг-изнашивание. Фреттинг-усталость. Процедуры расчетов на трение и износ.

Тема 3. Нержавеющие стали. Титановые сплавы

Химический состав, структуры, механические свойства, области применения нержавеющей сталей разных классов. Химический состав, механические свойства, области применения титановых сплавов.

Тема 4. Современные строительные материалы и технологии

Современные бетоны и другие строительные материалы, их состав, структура, методы испытания, физико-механические свойства, технологии получения. Области применения. 3D-печать в строительстве.

Тема 5. Порошковая металлургия

Порошковые материалы. Особенности технологии получения изделий методами порошковой металлургии. Физико-механические свойства, области применения изделий, полученных методами порошковой металлургии.

Тема 6. Керамические материалы

Состав, технологии получения, механические свойства, области применения керамических материалов разного класса.

Тема 7. Современные чугуны

Классификация, химический состав, технологии получения чугунов разных классов. Физико-механические свойства и области применения чугунов. Новый высокопрочный чугун марки ВЧТГ: конструкционный материал для трибофатических систем.

Тема 8. Полимерные материалы

Классификация, технологии получения, физико-механические свойства, области применения полимерных материалов разных классов (термопласты, реактопласты, резины, клеящие материалы).

Тема 9. Композиционные материалы. Углепластики. Наноструктурные материалы

Классификация, технологии получения, физико-механические свойства, области применения композиционных материалов разных классов.

Технологии получения и области применения углепластиков. Углеродные волокна. Высокомодульные композиционные материалы с полимерными, металлическими и керамическими матрицами. Особенности полимерных матриц. Проектирование изделий из углепластиков, включая крупногабаритные конструкции. Методы испытания, механизмы разрушения и физико-механические свойства.

Общая характеристика, структуры, физико-механические свойства, технологии получения наноструктурных материалов. Области применения.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
 Дневная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное	Количество часов УСР	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение. Прочность современных материалов при переменных напряжениях	2			4			Устный опрос, отчет по лабораторной работе
2	Трение и износ: основные понятия. Характеристики сопротивления изнашиванию при скольжении и качении. Фреттинг. Расчеты на трение и износ	2			6			Устный опрос, отчет по лабораторной работе
3	Нержавеющие стали. Титановые сплавы	4			2			Устный опрос, отчет по лабораторной работе
4	Современные строительные материалы и технологии	4						Устный опрос, защита научно-исследовательских эссе
5	Порошковая металлургия	2						Контрольная работа

6	Керамические материалы	2						Устный опрос, защита научно-исследовательских эссе
7	Современные чугуны	2			2			Устный опрос, отчет по лабораторной работе
8	Полимерные материалы	2			2			Устный опрос, отчет по лабораторной работе
9	Композиционные материалы. Углепластики. Наноструктурные материалы	2			2			Устный опрос, отчет по лабораторной работе
	Итого	18			18			

ИНФОРМАЦИОННО - МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. *Трощенко, В.Т.* Сопротивление усталости металлов и сплавов. Справочное пособие в 2-х томах / *В.Т. Трощенко, Л.А. Сосновский.* – Киев: Наукова думка, 1987. – Т. 1. – 510 с.
2. *Сосновский, Л.А.* Основы трибофатики : Учеб. пособие / *Л.А. Сосновский.* – Гомель: БелГУТ, 2003. – Т.1. – 246 с.
3. Композиционные материалы: справочник / *В.В. Васильев, В.Д. Протасов, В.В. Болотин* и др.; Под общ. ред. В.В. Васильева, Ю.М. Тарнопольского. – М.: Машиностроение, 1990. – 512 с.
4. *Анциферов, В.Н.* Перспективные материалы и технологии порошковой металлургии / *В.Н. Анциферов.* – Пермь : Пермский государственный технический университет, 2014. – 109 с.
5. *Бобович, Б.Б.* Полимерные конструкционные материалы: Учеб. пособие / *Б.Б. Бобович.* – М. : Наука, 2014. – 145 с.
6. *Шлямнев, А.П.* Коррозионностойкие, жаростойкие и высокопрочные стали и сплавы: Справочник / *А.П. Шлямнев и др.* – М. : Интермет Инжиниринг, 2000.
7. *Ильин, А.А.* Титановые сплавы. Состав, структуры, свойства: Справочник / *А.А. Ильин, Б.А. Колачев, И.С. Полькин.* – М. : ВИЛС-МАТИ, 2009. – 520 с.
8. *Рогов, В.А.* Новые материалы в машиностроении : Учеб. пособие / *В.А. Рогов, В.В. Соловьев, В.В. Копылов.* – М. : РУДН, 2008. – 324 с.
9. *Фитцер, Э.* Углеродные волокна и углекомпозиаты. Пер с англ. под ред. Фитцера / *Э. Фитцер, Р. Дифендорф, И. Калнин и др.* – М. : Мир, 1988. – 336 с.

Перечень дополнительной литературы

1. *Машкин, Н.А.* Строительные материалы. Краткий курс : учеб. пособие / *Н.А. Машкин, О.А. Игнатова;* Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т (Сибстрин). – 2-е изд., перераб. – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2012. – 200 с.
2. *Сосновский, Л.А.* Чугун и сталь в трибофатических системах современных машин и оборудования / *Л.А. Сосновский, П.А. Витязь, В.А. Гапанович, Н.В. Псырков, Н.А. Махутов* // Механика машин, механизмов и материалов. – 2014. - № 4. – С. 5-20.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Диагностика результатов учебной деятельности по дисциплине «Механика современных материалов» проводится, как правило, во время аудиторных занятий. Для диагностики используются:

- отчет по лабораторной работе с устной защитой;
- устный опрос на аудиторных занятиях;
- защита научно-исследовательских эссе;
- контрольная работа.

Оценка за ответы на лекциях (опрос) и лабораторных занятиях включает в себя полноту ответа, наличие аргументов, примеров из практики. Оценка эссе формируется на основе следующих критериев: оригинальность (новизна) постановки проблемы и способа ее интерпретации/решения, самостоятельность и аргументированность суждений, грамотность и стиль изложения.

Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Механика современных материалов» учебным планом предусмотрен экзамен.

Для студентов, пропустивших контрольные мероприятия или получивших неудовлетворительную оценку, решение о повторном проведении контрольного мероприятия выносится в соответствии с положением о рейтинговой системе оценки знаний студентов по дисциплине в Белорусском государственном университете.

Итоговая оценка формируется на основе 3-х документов:

1. Правила проведения аттестации (Постановление Министерства образования Республики Беларусь № 53 от 29.05.2012 г.).
2. Положение о рейтинговой системе БГУ (приказ ректора БГУ от 18.08.2015 № 382-ОД).
3. Критерии оценки студентов (10 баллов) (Письмо Министерства образования Республики Беларусь от 22.12.2003 № 21-04-1/105).

Весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний и текущей аттестации в рейтинговую оценку:

- ответы при устном опросе – 10 %;
- отчеты по лабораторной работе с устной защитой – 30 %;
- защита научно-исследовательских эссе – 20 %;
- контрольная работа – 40%.

Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости и экзаменационной оценки с учетом их весовых коэффициентов. Вес оценка по текущей успеваемости составляет 40%, экзаменационная оценка – 60%.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Тема 1. Введение. Прочность современных материалов при переменных напряжениях.

Понятие об усталости и выносливости материалов. Цикл напряжений. Кривая усталости, дать ее аналитическое описание. Характеристики сопротивления усталости. Понятие о полной кривой усталости. Описать методы определения характеристик сопротивления усталости и обработка результатов испытания на усталость. Дать характеристику методов ускоренной расчетно-экспериментальной оценки пределов выносливости. Методы расчета на прочность при переменных напряжениях.

Тема 7. Современные чугуны.

Дать классификацию, химический состав, технологии получения чугунов разных классов. Охарактеризовать физико-механические свойства и области применения чугунов. Каковы особенности и механические свойства нового высокопрочного чугуна марки ВЧТГ: конструкционного материала для трибофатических систем.

Тема 9. Композиционные материалы. Углепластики. Наноструктурные материалы.

Дать классификацию, охарактеризовать технологии получения, физико-механические свойства, области применения композиционных материалов разных классов.

Технологии получения и области применения углепластиков. Углеродные волокна. Высокомодульные композиционные материалы с полимерными, металлическими и керамическими матрицами. Особенности полимерных матриц. Пояснить принципы проектирования изделий из углепластиков, включая крупногабаритные конструкции. Охарактеризовать методы испытания, механизмы разрушения и физико-механические свойства.

Дать общую характеристику, структуры, описать физико-механические свойства, технологии получения наноструктурных материалов. Области их применения.

Примерная тематика лабораторных занятий

Тема 1. *Лабораторная работа №1.* Ускоренное экспериментальное определение предела выносливости методом Локати. *Лабораторная работа №2.* Расчет детали на прочность по критерию сопротивления усталости.

Тема 2. *Лабораторная работа №3.* Экспериментальное определение характеристик трения и изнашивания при скольжении. *Лабораторная работа №4.* Экспериментальное определение характеристик трения и изнашивания при качении.

**Описание инновационных подходов и методов к преподаванию
учебной дисциплины
«Механика современных материалов»**

При организации образовательного процесса используется *практико-ориентированный подход*, который предполагает:

- освоение содержание образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- использование процедур, способов оценивания, фиксирующих формирование профессиональных компетенций.

Методические рекомендации

по организации самостоятельной работы обучающихся

При изучении учебной дисциплины следующие формы самостоятельной работы:

- поиск (подбор) и обзор литературы и электронных источников по индивидуально заданной проблеме дисциплины;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку;
- подготовка к лекциям и лабораторным занятиям;
- работы, предусматривающие подготовку: отчетов по лабораторным работам с устной защитой и защиты научно-исследовательских эссе.

Тем самым, имеется в виду постепенное превращение обучения в самообучение, когда магистрант должен получать знания главным образом за счет креативной самостоятельной работы, самостоятельно осуществляя поиск необходимой информации и созидательно прорабатывая ее с тем, чтобы выполнить необходимые умозаключения и получить результаты.

В этом случае, выполняя учебные задачи, магистранты самостоятельно приобретают новые знания, навыки и умения (в частности, умение анализировать и принимать решения в нестандартных ситуациях), что очень важно для эффективной будущей самостоятельной профессиональной деятельности.

Тематика научно-исследовательских эссе

- Высокомодульные композиционные материалы с полимерными, металлическими и керамическими матрицами.
- Методы испытания, механизмы разрушения и физико-механические свойства углепластиков.
- Перспективы 3D-печати в строительстве.
- Новые материалы и технологии порошковой металлургии.
- Композиционные материалы на основе керамики.
- Механика термопластов.
- Наноструктурные материалы в современном машиностроении.

Научно-исследовательские эссе защищаются путем презентации результатов выполнения работы, которая должна содержать: постановку проблемы и основные цели работы; перечень задач, которые необходимо решить для достижения основной цели; подходы к решению сформулированных задач; алгоритмы и примеры численной реализации; выводы и заключение.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Прочность материалов при переменных напряжениях. Цикл напряжений. Кривая усталости и ее аналитическое описание. Характеристики сопротивления усталости. Понятие о полной кривой усталости.
2. Механизмы усталостного повреждения и разрушения. Методы определения характеристик сопротивления усталости. Обработка результатов испытания на усталость. Методы ускоренной расчетно-экспериментальной оценки пределов выносливости.
3. Трение и износ. Изнашивание материалов при трении скольжения.
4. Кривая фрикционной усталости. Характеристики сопротивления фрикционной усталости. Понятие фрикционно-механической усталости.
5. Трение и изнашивание материалов при качении. Фреттинг-изнашивание и фреттинг-усталость.
6. Питтингобразование при качении. Кривая контактной усталости. Характеристики сопротивления контактной усталости. Понятие контактно-механической усталости.
7. Нержавеющие стали: химсостав, механические свойства, области применения.
8. Порошковые материалы. Особенности технологии получения изделий методами порошковой металлургии.
9. Физико-механические свойства, области применения изделий, полученных методами порошковой металлургии.
10. Керамические материалы: состав, технологии получения, механические свойства, области применения.
11. Титановые сплавы: химсостав, технология получения, механические свойства, области применения.
12. Полимерные материалы: классификация, технологии получения, механические свойства, области применения полимерных материалов разных классов (термопласты, реактопласты, резины, клеящие материалы).
13. Углепластики: технологии получения, механические свойства, области применения. Углеродные волокна.
14. Проектирование изделий из углепластиков, включая крупногабаритные конструкции. Методы испытания, механизмы разрушения и физико-механические свойства.
15. Композиционные материалы: классификация, технологии получения, механические свойства, области применения.
16. Современные бетоны и другие строительные материалы, их состав, структура, методы испытания, физико-механические свойства, технологии получения. 3D-печать в строительстве.

17. Классификация, химический состав, технологии получения чугунов разных классов. Физико-механические свойства и области применения чугунов.
18. Новый высокопрочный чугун марки ВЧТГ: конструкционный материал для трибофатических систем.
19. Общая характеристика, структуры, физико-механические свойства, технологии получения наноструктурных материалов. Области применения.

**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)
Актуальные проблемы современной механики	Теоретической и прикладной механики	Нет	Вносить изменения не требуется (протокол № от г.)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ

на ____ / ____ учебный год

№№ п/п	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)