

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Белорусско-
Российского университета

М.Е. Лустенков

«26 » 09 2016 г.

Регистрационный № УД-150306/Б.1.Б.13/р

СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль) Робототехника и робототехнические системы: разработка и применение

Квалификация Бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	2
Семестр	3,4
Лекции, часы	50
Практические занятия, часы	34
Лабораторные занятия, часы	68
Курсовая работа, семестр	-
Курсовой проект, семестр	-
Зачёт, семестр	-
Экзамен, семестр	3,4
Контактная работа по учебным занятиям, часы	152
Контролируемая самостоятельная работа, тип/семестр	-
Самостоятельная работа, часы	172
Всего часов / зачетных единиц	324/9

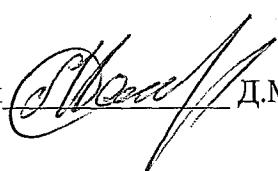
Кафедра-разработчик программы: Сопротивление материалов
(название кафедры)

Составители: В.А. Попковский, к.т.н, доцент; С.В. Гонорова, старший преподаватель

Могилев, 2016

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника (уровень бакалавриата), утвержденным приказом № 206 от 12.03.2015 г., учебным планом рег. № 150306-1, утвержденным 16.09.2016.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Сопротивление материалов»
«30» 08 2016 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой  Д.М. Макаревич

Одобрена и рекомендована к утверждению Президиумом научно-методического совета Белорусско-Российского университета «23» 09 2016 г., протокол № 1.

Зам. председателя Президиума
научно-методического совета



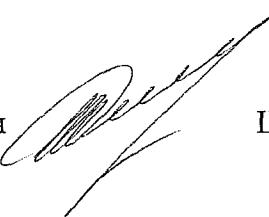
А.Д. Бужинский

Рецензент:

Максим Александрович Киркор, заведующий кафедрой прикладной механики и инженерной графики ГУ ВЛО «Могилевский государственный университет продовольствия», к.т.н., доцент,

Рабочая программа согласована:

Зав. кафедрой Технология машиностроения



Шеменков В.М.

Зав. справочно-библиографическим
отделом



Л.А. Астекалова

Начальник учебно-методического
отдела



О.Е. Печковская
23.09.16

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины является формирование специалистов, умеющих обоснованно и результативно применять существующие и осваивать новые...

1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен знать:

- методы экспериментального определения механических свойств и упругих постоянных материала, напряжений, деформаций и перемещений;
- основные закономерности расчета бруса на прочность, жесткость и устойчивость в области упругих и упруго-пластических деформаций;
- особенности расчета бруса при статическом, динамическом и повторно-переменном нагружении;
- принципы расчета статически неопределеных стержневых систем;
- возможности современных ЭВМ и программного обеспечения для решения прочностных задач.

уметь:

- составлять расчетные схемы для реальных элементов конструкций;
- строить эпюры внутренних силовых факторов, по которым определять положение опасных сечений бруса;
- выбирать рациональные формы поперечных сечений бруса и определять их геометрические характеристики;
- проводить расчеты бруса на прочность, жесткость и устойчивость в области упругих деформаций при статическом нагружении;
- проводить элементарные расчеты бруса на прочность в области упруго-пластических деформаций;
- проводить элементарные расчеты при динамическом (ударном) и повторно-переменном нагружении;
- экспериментально определять механические характеристики материалов;
- использовать методы сопротивления материалов при проектировании конструкций требуемой надежности и экономичности.

владеть:

- методами теоретического и экспериментального анализа конструкций на прочность, жесткость и устойчивость с учетом свойств конструкционных материалов;
- методами расчета конструкций для их оптимального использования.

1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина относится к блоку 1 «Дисциплины (модули) базовая часть».

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

– МАТЕМАТИКА: элементарные функции, решение уравнений, аналитическая геометрия, теория вероятностей с приложениями к математической статистике, дифференциальное и интегральное исчисление.

– ХИМИЯ: строение атома, свойства элементов и их важнейших соединений.

– ФИЗИКА: механика, законы сохранения энергии, электричество, оптика (2 семестр).

– ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА: статика, кинематика, динамика (2 семестр).

– ИНФОРМАТИКА: методы программирования и навыки с программами общего назначения.

Перечень учебных дисциплин (циклов дисциплин), которые будут опираться на данную дисциплину:

- ДЕТАЛИ МЕХАТРОННЫХ МОДУЛЕЙ, РОБОТОВ, И ИХ КОНСТРУИРОВАНИЕ (5 семестр);

- ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА РОБОТОВ;

- КОНСТРУИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ РОБОТОВ.

Кроме того, результаты изучения дисциплины используются в ходе практики и при подготовке выпускной квалификационной работы.

1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
ОПК-1	способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
ПК-10	готовностью участвовать в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей
ПК-11	способностью производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием
ПК-14	способностью планировать проведение испытаний отдельных модулей и подсистем мехатронных и робототехнических систем, участвовать в работах по организации и проведению экспериментов на действующих объектах и экспериментальных макетах, а также в обработке результатов экспериментальных исследований

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

2.1 Содержание учебной дисциплины

Номера тем	Наименование тем	Содержание
1	Введение.	Механика материалов (сопротивление материалов) – как раздел механики деформируемого твердого тела. Краткая история развития, связь курса с общеинженерными и специальными дисциплинами. Предмет и задачи дисциплины, рекомендуемая литература.
2	Основные понятия и допущения.	Реальная конструкция и ее расчетная схема. Модель материала и ее основные свойства: сплошность, однородность, изотропность, упругость. Модель формы: бруск, пластина, оболочка, массивное тело. Модель нагружения: растяжение-сжатие, кручение, сдвиг, изгиб. Внешние силы и их классификация: активные и реактивные; объемные и поверхностные; сосредоточенные и распределенные; постоянные и временные; статические, динамические и повторно-переменные. Типы опор. Основные гипотезы о деформируемом теле: принцип начальных размеров, линейная упругость материалов (закон Гука), принцип независимости действия сил, гипотеза плоских сечений, принцип Сен-Венана. Внутренние силы в точках сечения и их равнодействующие. Метод сечений. Внутренние силовые факторы (ВСФ) и их определение. Классификация типов нагружения бруса по ВСФ. Напряжение полное, нормальное и касательное. Интегральные зависимости между напряжением и внутренними силовыми факторами. Перемещения и деформации. Деформации линейные и угловые, абсолютные и относительные, упругие и пластические, большие и малые).
3	Построение эпюр внутренних силовых факторов.	Общие правила построения эпюр. Эпюры внутренних силовых факторов, необходимость их построения и анализа для выявления опасных сечений. Построение и контроль эпюр нормальных сил, крутящих моментов в прямом брусе. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов в прямом брусе. Правила знаков. Дифференциальные зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределенной нагрузки, контроль правильности построения эпюр по этим зависимостям. Построение эпюр продольных сил, поперечных сил и изгибающих моментов в статически определимых плоских рамках. Контроль правильности построения эпюр.
4	Основные характеристики механических свойств материалов.	Диаграммы упругопластического деформирования материалов при растяжении и сжатии (условная и истинная). Основные механические характеристики материалов. Особенности деформирования и разрушения материалов в пластическом и хрупком состояниях. Закон разгрузки и повторного нагружения. Факторы, влияющие на механические свойства материалов: температура, скорость нагружения. Понятие о ползучести, длительной прочности, релаксации и последействии. Методы расчета конструкций (по разрушающим нагрузкам, по допускаемым напряжениям, по предельным состояниям). Расчет по допускаемым напряжениям. Предельное состояние, критерии предельного состояния. Нормативный коэффициент запаса прочности, определение допускаемых напряжений. Расчет на прочность.
5	Центральное растяжение-сжатие прямого бруса.	Определение нормальных напряжений в поперечном сечении бруса. Закон Гука и упругие постоянные при растяжении-сжатии. Продольные и поперечные деформации стержня. Коэффициент Пуассона. Эпюры перемещений, удлинение стержня. Учет собственного веса бруса. Типы расчетов на прочность: проверочный, проектировочный и определение допускаемой нагрузки. Расчет на жесткость. Условие жесткости. Статически неопределенные задачи при растяжении-сжатии, расчеты в связи с изменением температуры и наличием напрягателей при сборке конструкций.
6	Основы теории напряженно-деформированного состояния.	Понятие о напряженном состоянии в точке. Закон парности касательных напряжений. Тензор напряжений. Вектор полного напряжения на произвольной площадке, проходящей через данную точку, компоненты напряжений (нормальное и касательные). Главные площадки и главные напряжения. Виды напряженных состояний: линейное, плоское и объемное. Линейное напряженное состояние. Плоское напряженное состояние. Определение главных напряжений, максимальных касательных напряжений и положения главных площадок. Деформированное состояние в точке. Компоненты деформированного состояния. Тензор деформаций. Обобщенный закон Гука для изотропного тела.

		Относительное изменение объема. Удельная потенциальная энергия деформации и ее составляющие: энергия изменения объема и энергия изменения формы. Теории прочности. Назначение критериев. Эквивалентное напряжение. Теории наибольшего нормального напряжения (I), наибольшей относительной продольной деформации (II), максимального касательного напряжения (III), наибольшей удельной энергии формоизменения (IV) и теория Мора (V). Применение (III) и (IV) теорий прочности в случае плоского напряженного состояния, характерного для изгиба. Сопоставление теорий прочности.
7	Изгиб прямого бруса.	Виды изгиба: чистый, поперечный, продольно-поперечный; прямой и косой. Определение напряжений при чистом прямом изгибе. Зависимость между изгибающим моментом и кривизной оси прямого бруса. Формула Навье. Эпюра нормальных напряжений. Условие прочности по нормальным напряжениям. Виды расчетов. Рациональные сечения балок. Определение напряжений при прямом поперечном изгибе. Формула Журавского. Эпюра касательных напряжений. Условие прочности по касательным напряжениям. Расчет тонкостенных профилей на прочность при изгибе, особенности выбора опасных сечений. Проверка прочности по эквивалентным напряжениям (III и IV теории прочности). Линейные и угловые перемещения сечений балки в результате ее деформации, правила знаков. Дифференциальное уравнение изогнутой оси прямого бруса и его интегрирование. Жесткость поперечного сечения при изгибе. Определение перемещений при изгибе методом начальных параметров. Расчет балок на жесткость.
8	Сдвиг. Кручение.	Чистый сдвиг. Анализ напряженного состояния при чистом сдвиге. Главные напряжения, положение главных площадок, закон Гука при сдвиге. Модуль упругости второго рода(модуль сдвига), его связь с модулем упругости первого рода. Абсолютный и относительный сдвиг. Сдвиг как вид нагружения бруса. Определение касательных напряжений. Жесткость сечения при сдвиге. Практический расчет крепежных и сварных соединений, работающих на сдвиг (срез). Определение касательных напряжений в стержнях (валах) круглого поперечного сечения, эпюра напряжений. Закон Гука при кручении. Расчеты на прочность, виды расчетов. Определение абсолютных и относительных углов закручивания стержня. Жесткость стержня при кручении. Расчеты по условиям жесткости. Эпюры абсолютных углов закручивания. Кручение стержней некруглого поперечного сечения. Депланация поперечного сечения. Эпюра касательных напряжений.
9	Сложное сопротивление бруса.	Общий случай действия сил на брус. Косой изгиб. Определение напряжений, положения нейтральной оси и опасных точек поперечного сечения. Эпюра напряжений. Определение прогибов и углов поворота. Условие прочности. Расчет брусьев круглого поперечного сечений на прочность при совместном действии изгиба и кручения. Определение опасных сечений и максимальных эквивалентных напряжений по теориям прочности. Условие прочности. Проверочный и проектировочный расчет. Внекентрное растяжение-сжатие брусьев большой жесткости. Определение положения нейтральной линии и опасных точек в поперечном сечении. Проверочный, проектировочный расчеты и определение несущей способности по условию прочности. Построение эпюры нормальных напряжений для сложных сечений при внекентрном приложении продольной силы. Определение размеров ядра сечения (области допускаемых эксцентриситетов)
10	Энергетические методы определения перемещений.	Работа внешних сил. Обобщенная сила и обобщенное перемещение. Потенциальная энергия упругой деформации бруса в общем случае нагружения и ее выражение через внутренние силовые факторы. Теорема о взаимности работ и взаимности перемещений. Определение перемещений методом Максвелла-Мора. Интеграл Мора для вычисления перемещений произвольно нагруженных брусьев. Графический способ решения интеграла Мора (способ Верещагина). Рациональные приемы перемножения эпюр.
11	Расчет статически неопределеных стержневых систем..	Анализ структуры простейших стержневых систем: степень свободы, связи, геометрическая и кинематическая неизменяемость. Степень статической неопределенности. Сущность метода сил: основная и эквивалентная системы. Канонические уравнения метода сил.
12	Устойчивость сжатых стержней.	Понятие об устойчивых и неустойчивых формах равновесия. Критические нагрузки. Продольный изгиб. Устойчивость сжатых стержней в упругой стадии: формула Эйлера, границы ее применимости, учет различных случаев опорных закреплений стержней, понятие о гибкости стержня и предельной гибкости материала. Потеря устойчивости при напряжениях, превышающих предел пропорциональности. График зависимости критических напряжений от гибкости стержня, формула Ясинского. Практический расчет сжатых стержней на устойчивость. Использование коэффициента снижения допускаемых напряжений (коэффициента продольного изгиба). Виды расчетов по условию устойчивости. Коэффициент запаса на устойчивость. Рациональные формы поперечных сечений, включая составные сечения. Расчет гибкости относительно свободных и

		материальных осей. Продольно поперечный изгиб. Неприменимость принципа суперпозиций (независимости действия сил). Условие прочности. Приближенная формула для расчета прогибов.
13	Принципы расчета конструкций при динамическом воздействии.	Типы динамических нагрузок на элементы строительных конструкций и детали машин. Понятие о динамическом коэффициенте. Подъем и опускание груза с ускорением. Использование принципа Даламбера. Расчет вращающегося кольца. Понятие об ударе. Ударная вязкость. Приближенная теория удара. Динамический коэффициент при ударе. Расчеты на прочность и жесткость (продольный, поперечный и крутящий удар). Учет массы упругой системы при ударе.
14	Прочность при напряжениях циклически изменяющихся во времени.	Общие понятия и определения: цикл, период цикла, максимальное и минимальное напряжение в цикле, средние и амплитудные значения напряжений, коэффициент асимметрии цикла, виды циклов (знакопостоянные и знакопеременные, отнулевые, симметричные и несимметричные). Понятия об усталости, выносливости, пределе выносливости, современные представления о прочности материалов при напряжениях, циклически изменяющихся во времени, механизм усталостного разрушения. Малоцикловая и многоцикловая усталость материалов.. Кривые усталости при симметричном (кривая Вёлера) и несимметричном (диаграммы предельных амплитуд и предельных напряжений) циклах, определение предела выносливости материала. Влияние различных факторов на предел выносливости: концентрация напряжений (теоретический и действительный коэффициенты концентрации напряжений, коэффициент чувствительности материала к концентрации), качество поверхности, наклеп, окружающая среда и абсолютные размеры. Коэффициент запаса прочности при симметричном и несимметричном циклах нагружения, расчеты на прочность по коэффициенту запаса. Повышение выносливости конструктивными и технологическими мероприятиями.
15	Основы расчетов в упругопластической стадии сопротивления материалов.	Обобщенная диаграмма деформирования и ее схематизация, понятие о предельных состояниях. Расчет растянутых-сжатых статически определимых и статически неопределенных стержневых систем за пределами упругости. Упругопластический изгиб и кручение круглых брусьев. Расчет конструкций по предельным состояниям, несущая способность, расчетное и нормативное сопротивления, выбор коэффициентов (однородности, условий работы, перегрузки), преимущества метода.

2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Практические (семинарские) занятия	Часы	Лабораторные занятия				Часы	Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний	Баллы (max)																
					3 семестр																							
Модуль 1																												
3 семестр																												
1	№ 1 Введение. № 2 Основные понятия и допущения.	4			Л.р.№ 1 «Геометрические характеристики плоских сечений»		4	4	KР	10																		
2					Л.р.№ 2 Определение механических характеристик стали при испытании на растяжение.		4	4	ЗЛР	5																		
3	№ 3 Построение эпюр внутренних силовых факторов.	4			Л.р.№ 4 Испытание стали и чугуна на сжатие		4	4	ЗЛР	5																		
4					Л.р.№ 3.Определение модуля упругости первого рода и коэффициента Пуассона стали.		4	4	ЗЛР КР	5 5																		
5	№ 4 Основные характеристики механических свойств материалов.	2							ПКУ	30																		
6	№ 5 Центральное растяжение-сжатие прямого бруса	4																										
7																												
8	№ 6 Основы теории напряженного-деформированного состояния.	2																										
Модуль 2																												
9	№ 6 Основы теории напряженного-деформированного состояния.	2			Л.р.№ 6 Испытание на удар стального образца. Определение ударной вязкости.		4	6	ЗЛР	5																		
10	№ 7 Изгиб прямого бруса.				Л. р. № 7 Испытание стального образца на срез. Определение предела прочности				ЗЛР	5																		
11	№ 7 Изгиб прямого бруса.				Л.р.№ 8 Опытная проверка теории прямого изгиба		8	6	ЗИЗ	10																		
12																												
13	№ 7 Изгиб прямого бруса.																											
14																												
15																												
16	№ 8 Сдвиг. Кручение.				Л.р.№ 5 Испытание стального образца на кручение. Определение модуля сдвига		6	4	ЗЛР	5																		
17									ПКУ	30																		
18-21									ПА (экзамен)	40																		
Итого		34						34	144			100																
4 семестр																												
Модуль 1																												
1	№ 9 Сложное сопротивление бруса.	2			Л. р. №9. Методика испытания материалов на прочность при переменных напряжениях. Определение предела выносливости стали.		4	8																				
2									ЗЛР	3																		
3	№ 9 Сложное сопротивление бруса.	2			Л. р. №10.Опытная проверка теории косого изгиба.		4	8	ЗИЗ	5																		
4									ЗЛР	3																		
5	№ 10 Энергетические методы определения перемещений.	2	Энергетические методы определения	8	Л. р. №11.Опытная проверка теории внеклентренного растяжения		4	6	KР	5																		

6										ЗЛР	3
7	№ 11 Энергетические методы определения перемещений.	2	перемещений.			Л. р. №12.Определение удлинения и жесткости винтовой пружины	4	8	KР	8	
8									ЗЛР	3	

Модуль 2

9	№ 11 Расчет статически неопределеных стержневых систем	2	Расчет статически неопределеных стержневых систем.	4	Лаб.р №13. Опытная проверка теории продольного изгиба. Определение критической силы при потере устойчивости	4	8				
10									ЗЛР	3	
11	№ 12 Устойчивость сжатых стержней.	2	Расчет статически неопределеных стержневых систем.	4	Л. р.№ 14 Определение опорного момента в статически неопределенной балке	6	8				
12									ЗЛР	3	
13	№ 13 Принципы расчета конструкций при динамическом воздействии	2	Устойчивость сжатых стержней.	6	Лаб. р.№ 15 Опытная проверка теоремы о взаимности работ и перемещений						
14									КР	5	
15	№ 14 Прочность при напряжениях циклически изменяющихся во времени. № 15 Основы расчетов в упругопластической стадии сопротивления материалов.	2							ЗЛР	3	
16			Принципы расчета конструкций при динамическом воздействии.	4					КР	5	
17									ЗЛР	3	
18-20	.								ПКУ	30	
Итого		16		34				34	180		100

Принятые обозначения:

Текущий контроль:

КР – контрольная работа;

ЗИЗ – защита индивидуального задания;

ЗЛР – защита лабораторной работы;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости.

ПА - Промежуточная аттестация.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Экзамен, дифференцированный зачет

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия*	Вид аудиторных занятий			Всего часов***
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	
1	Традиционные	№1-15	№1-11	№ 1-15	152
	ИТОГО	50	34	68	152

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Вопросы к экзамену	1
2	Экзаменационные билеты	1
3	Тестовые / контрольные задания для проведения семестрового рейтинг-контроля, промежуточного контроля успеваемости	12/8
4	Расчетно-проектировочные, индивидуальные задания	4

5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
ОПК-1 способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики			
1	Пороговый уровень	Понимает основные принципы и методы лабораторных испытаний	Знание основных видов нагружения, Понимание процессов, происходящих при деформировании различных материалов.
2	Продвинутый уровень	Умение получать расчетную модель реальных объектов с учетом формы, особенностей нагружения и закрепления, свойств материала.	Использование свойств материалов при расчетах на прочность и жесткость при различных видах нагрузления.
3	Высокий уровень	Способен выполнить оценку причинно-следственных связей при анализе поведения различных материалов во время испытаний при статическом и динамическом нагружении.	Выполнение анализа напряженно-деформированного состояния конструкций и деталей, изготовленных из различных материалов при статических и динамических нагрузках

ПК-10 готовностью участвовать в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей

1	Пороговый уровень	Понимает основные положения курса механики материалов.	Знание определений, гипотез механики материалов, теории прочности. Понимание причин возникновения напряжений и деформаций. Понимание критериев прочности, жесткости, устойчивости
2	Продвинутый уровень	Уверенно применяет методы расчета к исследованию напряженно-деформированного состояния деталей и конструкций.	Владение и понимание основных положений механики материалов. Применение основных уравнений механики материалов к оценке напряженно-деформированного состояния деталей и конструкций.
3	Высокий уровень	Способен выполнить оценку причинно-следственных связей напряженно-деформированного состояния деталей и конструкций, изготовленных из различных материалов	Выполнение анализа напряженного состояния конструкций и деталей из различных материалов при статических и динамических нагрузках.

ПК-11 способностью производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием

1	Пороговый уровень	Определение геометрических характеристик поперечных сечений. представление о действующих нагрузках и напряжениях	Знание основных геометрических характеристик, умение определить характер нагружения и вид напряженного состояния
2	Продвинутый уровень	Определение внутренних силовых факторов и напряжений при различных видах нагружения	Определение внутренних силовых факторов при рассматриваемом виде нагружения с построением эпюр и определение напряжений
3	Высокий уровень	Использование свойств материалов при расчетах на прочность и жесткость при различных видах нагружения, анализ результатов.	Выполнение расчетов на прочность и жесткость с использованием свойств материалов при статических и динамических нагрузках

ПК-14 способностью планировать проведение испытаний отдельных модулей и подсистем мехатронных и робототехнических систем, участвовать в работах по организации и проведению экспериментов на действующих объектах и экспериментальных макетах, а также в обработке результатов экспериментальных исследований

1	Пороговый уровень	Знание современных способов определения деформаций и напряжений в действующих объектах. Навыки работы с испытательным оборудованием.	Знание принципов работы испытательного и измерительного оборудования
2	Продвинутый уровень	Постановка задачи. Планирование и подготовка эксперимента с учетом заданного напряженного состояния	Умение формулировать цели исследований, подготовка эксперимента на основании стандартных методик
3	Высокий уровень	Обработка результатов эксперимента, построение необходимых графиков, диаграмм и эпюр. Оценка результатов эксперимента и их сравнение с теоретическими расчетами	Выполнение теоретических исследований и расчетов, анализ существующих методик, обработка результатов. Умение сформулировать выводы

5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства*
ОПК-1 способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	
Знание основных видов нагружения. Понимание процессов, происходящих при деформировании различных материалов	Вопросы к самостоятельной подготовке к лабораторным работам 2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,13,14,15. Журнал лабораторных работ, тестовые задания для защиты лабораторных работ, задания для семестрового рейтинг контроля.
Умение получать расчетную модель реальных объектов с учетом формы, особенностей нагружения и закрепления, свойств материала	Расчетно-проектировочные задания №1,№2 контрольные вопросы для защиты заданий, задания для проведения промежуточного рейтинг-контроля, задания для семестрового рейтинг контроля.
Выполнение анализа напряжённо-деформированного состояния конструкций и деталей, изготовленных из различных материалов при статических и динамических нагрузках	Вопросы к самостоятельной подготовке к лабораторным работам 2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,13,14,15. Журнал лабораторных работ, тестовые задания для защиты лабораторных работ, задания для семестрового рейтинг контроля.
ПК-10 готовностью участвовать в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей	
Знание определений, гипотез механики материалов, теории прочности. Понимание причин возникновения напряжений и деформаций. Понимание критериев прочности, жесткости, устойчивости	Расчетно-проектировочные задания №1,№2 контрольные вопросы для защиты заданий, задания для проведения промежуточного рейтинг-контроля, задания для семестрового рейтинг контроля.
Владение и понимание основных положений механики материалов. Применение основных уравнений механики материалов к оценке напряженно-деформированного состояния деталей и конструкций.	Расчетно-проектировочные задания №1,№2, контрольные вопросы для защиты заданий, задания для проведения промежуточного рейтинг-контроля, задания для семестрового рейтинг контроля
Выполнение анализа напряжённо-деформированного состояния конструкций и деталей из различных материалов при статических и динамических нагрузках.	Расчетно-проектировочные задания №1,№2 контрольные вопросы для защиты заданий, задания для проведения промежуточного рейтинг-контроля, задания для семестрового рейтинг контроля
ПК-11 способностью производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием	
Определение геометрических характеристик поперечных сечений, представление о действующих нагрузках и напряжениях	Лабораторная работа № 1, контрольные вопросы для защиты заданий, задания для проведения промежуточного рейтинг-контроля, задания для семестрового рейтинг контроля.
Определение внутренних силовых факторов и напряжений при различных видах нагружения.	Расчетно-проектировочные задания №1,№2 контрольные вопросы для защиты заданий, задания для проведения промежуточного рейтинг-контроля, задания для семестрового рейтинг контроля
Использование свойств материалов при расчетах на прочность и жесткость при различных видах нагружения, анализ результатов.	Вопросы к самостоятельной подготовке к лабораторным работам 2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,13,14,15. Журнал лабораторных работ, тестовые задания для защиты лабораторных работ, задания для семестрового рейтинг контроля.
ПК-14 способностью планировать проведение испытаний отдельных модулей и подсистем мехатронных и робототехнических систем, участвовать в работах по организации и проведению экспериментов на действующих объектах и экспериментальных макетах, а также в обработке результатов экспериментальных исследований	

Знание современных способов определения деформаций и напряжений в действующих объектах. Навыки работы с испытательным оборудованием.	Вопросы к самостоятельной подготовке к лабораторным работам 2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,13,14,15. Журнал лабораторных работ, тестовые задания для защиты лабораторных работ, задания для семестрового рейтинг контроля.
Постановка задачи. Планирование и подготовка эксперимента с учетом заданного напряженного состояния	Журнал лабораторных работ, тестовые задания для защиты лабораторных работ, задания для семестрового рейтинг контроля.
Обработка результатов эксперимента, построение необходимых графиков, диаграмм и эпюров. Оценка результатов эксперимента и их сравнение с теоретическими расчетами	Вопросы к самостоятельной подготовке к лабораторным работам 2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,13,14,15. Журнал лабораторных работ, тестовые задания для защиты лабораторных работ, задания для семестрового рейтинг контроля.

5.3 Критерии оценки лабораторных работ

Оценка 5	Правильные ответы на все пять предложенных тестовых заданий при защите лабораторной работы. <u>Защита работы должна быть произведена на том занятии, на котором проводилась лабораторная работа</u>
Оценка 4	Правильные ответы на четыре из пяти предложенных тестовых заданий при защите лабораторной работы. <u>Защита работы должна быть произведена на том занятии, на котором проводилась лабораторная работа.</u> Также данная оценка может быть выставлена, если защита работы проводилась на <u>следующем лабораторном занятии</u> .
Оценка 3	Правильные ответы на три из пяти предложенных тестовых заданий при защите лабораторной работы. <u>Защита работы должна быть произведена на том занятии, на котором проводилась лабораторная работа.</u> Также оценка выставляется за повторную попытку защиты работы.
Оценка 2	Правильные ответы на два из пяти предложенных тестовых заданий при защите лабораторной работы.
Оценка 1	Не подготовлен отчет и студент не был допущен к защите лабораторной работы.

5.4 Расчетно-проектировочные задания

Задание №1 «Расчет статически определимой балки при изгибе».

Задание № 2 «Расчет вала при совместном действии изгиба и кручения».

Критерии оценки расчетно-проектировочных заданий

Оценка 5	Задание выполнено и защищено в отведенные сроки, в соответствии с требованиями методических указаний. Недочеты и ошибки, допущенные в задании, незначительны. При устной защите задания студент отвечает на все поставленные вопросы.
Оценка 4	Задание выполнено и защищено в отведенные сроки, в соответствии с требованиями методических указаний. Требуются исправления ошибок, указанных преподавателем. Задание выполнено и защищено в отведенные сроки, в соответствии с требованиями методических указаний. Недочеты и ошибки, допущенные в задании, незначительны. При устной защите задания студент допускает ошибки. Задание выполнено и защищено в отведенные сроки, в соответствии с требованиями методических указаний. Недочеты и ошибки,

	допущенные в задании, незначительны. Устная защита выполнена со второй попытки, в отведенный срок.
Оценка 3	<p>Задание выполнено и защищено в отведенные сроки, в соответствии с требованиями методических указаний. Недочеты и ошибки, допущенные в задании, требуют доработки. При устной защите задания студент отвечает на все поставленные вопросы.</p> <p>Задание выполнено и защищено в отведенные сроки, в соответствии с требованиями методических указаний. Недочеты и ошибки, допущенные в задании, не значительны. При устной защите задания студент отвечает не на все поставленные вопросы.</p> <p>Задание выполнено в указанные сроки. Недочеты и ошибки, допущенные в задании, незначительны. Устная защита выполнена со второй попытки, после указанного срока.</p> <p>Задание выполнено и защищено в после отведенного срока.</p>

5.5. Критерии оценки контрольной работы

Контрольные работы проводятся путем решения тестовых заданий или задач.

Если контрольная работа проводится путем тестирования, то баллы начисляются за каждое тестовое задание. Тест может состоять из **10** или **5** вопросов.

Максимальное число набранных баллов (10 или 5) выставляется в том случае, когда правильно решены все задания. Минимальное количество баллов – для теста из **10** вопросов -**6**; для теста из **5** вопросов- **3**.

Контрольные работы могут быть представлены задачей. Максимальное число баллов- **5** выставляется за полностью решенную задачу. Минимальное число баллов – **3**. Верно определен вид нагружения, названа методика расчета. Но при этом применить саму методику студент не может, т.к. допущены ошибки при построении расчетных схем, эпюр.

5.6 Критерии оценки экзамена

Экзаменационный билет содержит 2 вопроса по теории курса и две задачи.

Теоретический вопрос оценивается в 5 баллов

5 балла	Вопрос раскрыт полностью. Студент дает исчерпывающие пояснения, четкие определения, верно записаны расчетные формулы.
3 балла	Вопрос раскрыт недостаточно полно. Допущены неточности при записи формул, в определениях, пояснениях.
4 балла	Вопрос раскрыт частично. Допущены ошибки при записи формул, в определениях, пояснениях.
2-1балл	Вопрос не раскрыт недостаточно. Допущены ошибки при записи формул, в определениях. Студент не может пояснить формулы, дать определения.
0 баллов	Нет ответа. Приведенные формулы и определения не соответствуют поставленному вопросу.

Задача оценивается

15-14 баллов	Выбрана методика расчета, соответствующая виду нагружения. Задача решена полностью, без ошибок.
13-11 баллов	Задача в основном решена правильно, в соответствии с методикой, принятой для данного вида нагружения. Но при этом недочеты в основном связаны с незначительными расчетными ошибками или недочетами в построении эпюр.
10-6баллов	Выбрана необходимая методика расчета, соответствующая данному виду нагружения. Но при этом студент в недостаточной мере владеет методикой, допуская ошибки.
4-5баллов	Верно определен вид нагружения, названа методика расчета. Но при этом

	применить саму методику студент не может, т.к. допущены ошибки при построении расчетных схем, эпюор.
1-3 балла	Верно определен вид нагружения, названа методика расчета. Но при этом применить саму методику студент не может, т.к. не построены необходимые расчетные схемы и эпюры.
0 баллов.	Отсутствует решение задачи. Также расчет не соответствует данному виду нагружения или решение вообще не соответствует условию задачи.

6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

- выполнение расчетно-графических работ;
- выполнение тестовых заданий;
- конспектирование;
- ответы на контрольные вопросы;
- подготовка к аудиторным занятиям;
- подготовка к зачету, экзамену;
- работа с материалами курса, вынесенными на самостоятельное изучение;
- работа с рабочей тетрадью;
- работа со справочной литературой ;
- решение задач и упражнений по образцу;
- чтение текста (первоисточника, учебника, дополнительной литературы);
- конспектирование текста.

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов приведен в приложении и хранится на кафедре.

Для СРС рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

Контроль самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы является мотивирующим фактором образовательной деятельности студента. Контроль выполнения самостоятельной работы, отчет по самостоятельной работе должны быть индивидуальными. Критериями оценки результатов самостоятельной работы студента могут являться:

- уровень освоения студентом учебного материала;
- умение студента использовать теоретические знания при выполнении практических, творческих заданий;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление письменных работ в соответствии с предъявляемыми в университете требованиями;
- сформированные компетенции в соответствии с целями и задачами изучения дисциплины.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Сопротивление материалов: Учебник / В.А. Волосухин, В.Б. Логвинов, С.И. Евтушенко. - 5-е изд. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 543 с	Нет	Znanius.com
2	Муморцев, А. Н. Сборник задач по сопротивлению материалов : учеб. пособие / А. Н. Муморцев, Е. А. Фролов. — М : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2015. — 112с. : ил. — (Высшее образование).	нет	25

7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
----------	----------------------------	------	---------------------------

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров
1	Кривошапко, С.Н. Сопротивление материалов: учебник и практикум для прикладного бакалавриата/С.Н. Кривошапко.- М. Юрайт, 2016- 413 с. – (Профессиональное образование)	нет	10
2	Пирогов Е.Н. Сопротивление материалов. Конспект лекций с примерами типичных расчётов / Е.Н. Пирогов, В.Ю. Гольцев. - М.: Айрис-пресс, 2003.-176с.	Без грифа	3
3	Копнов В.А. Сопротивление материалов. Руководство для решения задач и выполнения лабораторных и расчётно-графических работ: Учебное пособие / В.А. Копнов, С.Н. Кривошапко.-М.: Высшая школа, 2003.- 351 с.	Допущено Мин-вом образования РФ в качестве учебного пособия для студентов вузов	10
4	Захаров А.А. Лаборатория сопротивления материалов: Учебное пособие / А.А. Захаров, Е.А. Мороз, А.Б. Сметанкин. – М.: МГИУ, 2007. – 123с.	Без грифа	10
5	Скопинский В.Н. Сопротивление материалов: Учебн. пособие. Ч.2 / В.Н. Скопинский, А.А.Захаров.– 3-е изд.,испр. и доп. – М.: МГИУ, 2005. – 165с.	Допущено Мин-вом образования РФ в качестве учебного пособия для студентов вузов	100
6	Скопинский В.Н. Практическое руководство к расчетам по сопротивлению материалов: Учебн. пособие. / В.Н. Скопинский. – М.: МГИУ, 2007. – 240с.	Допущено УМО вузов по университетскому политехническому образованию в качестве учебного пособия для студентов вузов	10
7	Подскребко М.Д. Сопротивление материалов: учебник для вузов / М.Д. Подскребко.– Мин.: Вышэйш. шк., 2007.- 797с.	Утвержден Мин-вом образования РБ в качестве учебника для студентов вузов	1
8	Подскребко М.Д. Сопротивление материалов. Основы теории упругости, пластичности, ползучести и механики разрушения: учебн. пособие для вузов / М.Д. Подскребко.– Мин.: Вышэйш. шк., 2009.- 670с.	Допущено Мин-вом образования РБ в качестве учебного пособия для студентов вузов	50
9	Кузменко И.М. Механика разрушения: учебн. пособие для вузов / И.М. Кузменко.– Могилев: МГТУ,2001.–174 с.	Допущено Мин-вом образования РБ в качестве учебного пособия для студентов вузов	48
10	Сопротивление материалов с осн. теории упругости и пластич.: Учеб. / Г.С.Варданян, В.И.Андреев и др.; Под ред. Г.С.Варданяна, Н.М.Атарова - 2 изд., испр. и доп. - М.: ИНФРА-М, 2011. - 638 с	Нет	Znanius.com

7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине:

www.sopromat.ru; www.MySopromat.ru;
www.sopromatguru.ru; www.soprotmat.ru.

7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в учебном процессе техническим средствам

7.4.1.Методические рекомендации

1 Попковский В.А., Кривоногова Е.Г. *Методические рекомендации к самостоятельной работе студентов направления подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника», Могилев, БРУ, 2016 (электронный вариант).*

2 Макаревич Д.М. , Гонорова С.В., *Методические указания к расчетно-проектировочным заданиям Могилев, БРУ-2013 (электронный вариант)..*

7.4.2 Плакаты, мультимедийные презентации

1. Диаграммы растяжения и сжатия различных материалов (лабораторные работы №2,3,4).
2. Коэффициенты приведения длины для сжатых стержней (лабораторная работа №13).

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

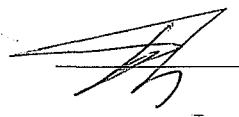
Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории кафедры «Сопротивление материалов», рег. номер ПУЛ-4-502-098/1-15.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ
по учебной дисциплине «Сопротивление материалов»
направления подготовки 15.03.06. «Мехатроника и робототехника»
на 2018-2019 учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения				Основание
1	Раздел 7 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины: 7.1.Основная литература				Поступление литературы в библиотеку
	№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	К-во экз.	
	1	Беляев Н.М. Сопротивление материалов: учеб. пособие/ Н.М. Беляев. — 15-е изд., перераб. и доп. — М.:Альянс, 2015.— 608 стр.;илл.	—	25	
	Изложить в следующей редакции: Раздел 7 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины: 7.2. Дополнительная литература				
	№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	К-во экз.	
	2	Буланов, Э. А. Решение задач по сопротивлению материалов: учеб. пособие для ВУЗов/ Э. А. Буланов. — 3-е изд., испр. и доп. — М.: Бином: Лаборатория, 2010. — 215 с. — (Механика).	—	1	
	3	Сиренко Р.Н. Сопротивление материалов: учеб. пособие / Р. Н. Сиренко [и др.]. — М.: РИОР: 2007. — 157с.: ил. — (Высшее образование).	—	2	
2	Изложить в следующей редакции: 7. 4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам 7.4. 1 Методические рекомендации 1 Гонорова С.В., Попковский В.А. Методические рекомендации к практическим занятиям направления подготовки 15. 03.06. «Мехатроника и робототехника», 2018 г. — 48 стр. 30 экз.				Сводный план изданий пр. № 5 от 27.12.2017

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «Механика» протокол № 7 от «03»
03 2018 г.

Заведующий кафедрой: Механика д.т.н., проф. Громыко П. Н.



УТВЕРЖДАЮ

Декан машиностроительного факультета

к.т.н., доц. Попковский В. А.



«14» 05 2018 г.

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой Технология машиностроения



Шеменков В. М.

Ведущий библиотекарь



Л.А. Астекалова

Начальник учебно-методического отдела



О.Е. Печковская