

Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический университет  
имени П.О.Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор  
ГГТУ им. П.О.Сухого

\_\_\_\_\_ О.Д.Асенчик

(подпись)

\_\_\_\_\_ 28.06. \_\_\_\_\_ 2019

(дата утверждения)

Регистрационный № УД- 32-38 /уч.

**МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ**

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальностей:

- 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением»;
- 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка»

2019 г.

Учебная программа составлена на основе:  
образовательных стандартов ОСВО 1-36 01 05-2019 и ОСВО 1-42 01 01-2019;  
учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный техни-  
ческий университет имени П.О. Сухого специальности:  
1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением» регистра-  
ционные номера: I 36-1-03/уч. 06.02.2019, I 36-1-14/уч. 06.02.2019,  
1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направ-  
лениям)» регистрационные номера: I 42-1-06/уч. 06.02.2019, I 42-1-17/уч.  
06.02.2019, I 42-1-18/уч. 06.02.2019, I 42-1-52/уч. 05.04.2019

#### СОСТАВИТЕЛЬ:

П.Е. Родзевич, старший преподаватель кафедры «Сельскохозяйственные  
машины» учреждения образования «Гомельский государственный технический  
университет имени П.О. Сухого»

#### РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Ю.В. Чупрынин, заведующий КИОДПАН Научно-технического центра  
комбайностроения ОАО «Гомсельмаш», ученый секретарь НТС ОАО «Гом-  
сельмаш», к.т.н.;

Ю.Л. Бобарикин, заведующий кафедрой «Металлургия и технологии об-  
работки материалов», к.т.н., доцент.

#### РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Сельскохозяйственные машины» учреждения образования «Гомель-  
ский государственный технический университет имени П.О. Сухого»  
(протокол № 12 от 30.04.2019);

Научно-методическим советом механико-технологического факультета учре-  
ждения образования «Гомельский государственный технический университет  
имени П.О. Сухого»  
(протокол № 6 от 21.05.2019); УД 063-2/уч

Научно-методическим советом заочного факультета учреждения образования  
«Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»  
(протокол № 5 от 06.06.2019); УДз-082-2у

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государ-  
ственный технический университет имени П.О. Сухого»  
(протокол № 6 от 26.06.2019).

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа составлена на основе: образовательных стандартов высшего образования ОСВО 1-36 01 05-2019, ОСВО 1-42 01 01-2019; учебных планов первой ступени высшего образования ГГТУ им. П.О. Сухого по специальностям 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением», 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)».

Цель дисциплины «Механика материалов» – обеспечение базы инженерной подготовки инженера-механика, теоретическая и практическая подготовка в области прикладной механики деформируемого твердого тела, развитие инженерного мышления, приобретение знаний, необходимых для изучения последующих дисциплин.

Задачами дисциплины «Механика материалов» являются овладение теоретическими основами и практическими методами расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций и машин, необходимых как при изучении дальнейших дисциплин, так и в практической деятельности инженеров-механиков, ознакомление с современными подходами к расчету сложных систем, элементами рационального проектирования конструкций.

Дисциплина базируется на знаниях, получаемых студентами из курсов математического анализа, физики, теоретической механики, материаловедения. Знания и навыки, получаемые при изучении дисциплины «Механика материалов», широко используются в курсе «Детали машин» и во многих специальных дисциплинах.

Изучение дисциплины должно обеспечить у студентов формирование специализированной компетенции:

знать теоретические основы и владеть практическими методами расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций; быть способным выбирать расчетные схемы реальных конструкций и производить расчет типовых элементов на прочность, жесткость и устойчивость.

А также развить и закрепить ряд профессиональных компетенций:

- профессионально эксплуатировать современное оборудование и приборы;
- на научной основе организовывать свой труд, самостоятельно оценивать результаты своей деятельности;
- анализировать перспективы развития новых технологий обработки металлов давлением, соответствующего оборудования и технологической оснастки;
- разрабатывать необходимую технологическую документацию и принимать участие в создании стандартов и нормативов, проводить сертификацию материалов используемых для получения качественного литья в составе групп специалистов;
- владеть методиками определения основных физико-механических сплавов черных и цветных металлов;
- работать с научной литературой, словарями, справочными материалами, рационально использовать справочную литературу по выбору материалов, техно-

логий их обработки, обеспечивающей необходимые показатели свойств.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен *знать*:

- механические характеристики материалов и методы их определения;
- основные виды нагружения элементов конструкций;
- экспериментальные методы определения напряжений, деформаций, нагрузок;
- основы теорий напряженного и деформированного состояний, теории прочности;
- особенности расчета статически неопределимых систем;
- основные направления повышения усталостной прочности, надежности и долговечности элементов конструкций;
- особенности расчета элементов конструкций при динамических нагрузках;

*уметь*:

- при производстве выбора расчетной модели;
- при рациональном подборе материала для изготовления элементов конструкции;
- при выполнении расчетов стержней, брусьев, балок, валов, плоских стержневых систем на прочность, жесткость и устойчивость, определении их размеров, обеспечивающих надежную работу и наименьшую материалоемкость создаваемой конструкции.

*владеть*:

- методикой расчета на прочность и жесткость конструкций при растяжении-сжатии, кручении, изгибе и сложном нагружении.
- методикой оценки прочности и жесткости конструкции.

Дисциплина базируется на знаниях, получаемых студентами из курсов математического анализа, физики, теоретической механики, материаловедения. Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины «Механика материалов», широко используются в курсе «Детали машин», а также во многих специальных дисциплинах.

Форма получения высшего образования: дневная, заочная сокращенная.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Механика материалов» для студентов дневной формы получения образования, по специальности 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением» составляет 122 часа, трудоёмкость учебной дисциплины – 3 зачетных единицы.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Механика материалов» для студентов всех форм получения образования, по специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка» составляет:

набор 2018 года – 128 часа, трудоёмкость учебной дисциплины – 3 зачетных единицы;

набор 2019 года – 200 часов, трудоёмкость учебной дисциплины – 6 зачетных единиц.

	дневная форма (набор 2018 г.)	дневная форма (набор 2019 г.)		заочная со- кращенная форма
		1-36 01 05	1-42 01 01	
Курс	2	2	2	1
Семестр	3	3	3	1,2
Лекции (часов)	34	34	34	8
Практические занятия (часов)	17	17	17	6
Лабораторные работы (часов)	17	17	34	4
Всего аудиторных (часов)	68	68	85	18
Формы текущей аттестации по учебной дисциплине				
Экзамен, семестр	3	3	3	2
Тестирование, семестр	-	-	-	2

# СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

## Наименование тем лекционных занятий и их содержание

### **Тема 1. Основные понятия**

Объект и предмет изучения механики материалов. Концепция деформируемости всех тел. Прочность и жесткость. Предположения о сплошной и однородной среде. Внешние и внутренние факторы. Реальный объект и расчетная схема. Понятие о напряжениях. Линейная упругость. Закон Гука. Принцип неизменности начальных размеров. О распределенных нагрузках. Идея метода сечений.

### **Тема 2. Растяжение и сжатие прямого стержня**

Элементарная теория деформирования. Растяжение как вид деформирования. Нормальные напряжения. Закон Гука при растяжении, модуль Юнга. Принцип Сен-Венана. Продольные и поперечные деформации. Перемещения точек стержня при растяжении, жесткость при растяжении-сжатии. Дифференциальное соотношение. Потенциальная энергия деформации. Понятие об эпюрах внутренних продольных сил. Напряжения в наклонных сечениях

### **Тема 3. Механические характеристики материалов при растяжении-сжатии**

Диаграмма растяжения пластичной стали. Основные механические характеристики материала: предел пропорциональности; предел текучести (физический и условный); предел прочности. Замечание об истинной диаграмме растяжения. Пластическое и хрупкое состояния материала. Диаграмма сжатия пластичной стали и чугуна. Коэффициент запаса прочности, условие прочности. Допускаемое напряжение.

### **Тема 4. Статически неопределимые задачи при растяжении-сжатии**

Понятие статической неопределимости. Методика раскрытия статической неопределимости. Влияние изменения температуры и предварительного деформирования – температурные и монтажные напряжения. Зависимость внутренних усилий в элементах системы от соотношения их жесткостей. Практические расчеты.

### **Тема 5. Чистый сдвиг. Срез**

Деформирование как изменение размеров и формы тела. Основные, базовые типы деформирования – растяжение и сдвиг. Чистый сдвиг как вид деформирования. Закон Гука при сдвиге, модуль сдвига. Касательные напряжения. Угловые деформации. Перемещения точек стержня при сдвиге, жесткость при сдвиге. Потенциальная энергия деформации. Коэффициент запаса при сдвиге, условие прочности. Практические расчеты на срез.

### **Тема 6. Кручение прямого стержня**

Кручение как вид деформирования – разновидность сдвига. Закон Гука при кручении. Касательные напряжения, полярный момент инерции сечения. Перемещения точек стержня при кручении: полный и относительный углы закручивания, жесткость при кручении. Дифференциальное соотношение. Потенциальная энергия деформации. Условие прочности и жесткости при кручении. Понятие об эпюрах крутящих моментов. Основные результаты теории упругости о кручении стержня некруглого поперечного сечения. Статически неопре-

делимые задачи кручения валов. Примеры расчетов.

### **Тема 7. Геометрические характеристики плоских сечений**

Статические моменты площади сечения. Определение центра тяжести сечения. Осевые, полярный и центробежный моменты инерции сечений. Понятие о главных и центральных осях сечения. Радиусы инерции. Моменты инерции простейших сечений. Зависимость между моментами инерции для параллельных осей. Главные оси и главные моменты инерции сечений. Зависимость между моментами инерции при повороте осей. Определение положения главных осей и вычисление главных моментов инерции сечения

### **Тема 8. Изгиб прямого стержня**

Изгиб как вид деформирования, чистый и поперечный изгиб. Изгиб как композиция растяжения-сжатия и сдвига. Закон Гука при чистом изгибе. Нормальные напряжения изгиба. Перемещения точек стержня, изгибная жесткость. Дифференциальные соотношения при изгибе. Потенциальная энергия деформации чистого изгиба. Коэффициент запаса при изгибе, условие прочности по нормальным напряжениям. Распространение выводов чистого изгиба на поперечный изгиб. Касательные напряжения при поперечном изгибе – формула Д. И. Журавского, ограничения. Распределение касательных напряжений в стандартных профилях: прямоугольник, круг. Проверка прочности по касательным напряжениям. Перемещения точек стержня при изгибе – угол поворота и прогиб. Дифференциальное уравнение изогнутой оси стержня и его интегрирование. Общий подход к решению задач, учет граничных условий.

### **Тема 9. Теория напряженного состояния в точке**

Основная идея теории напряженного состояния – общий случай нагружения элементарного объема. Понятие о тензоре напряжений. Равновесие элементарного параллелепипеда, закон парности касательных напряжений. Достаточность задания напряженного состояния в точке – напряжения на площадках общего положения. Главные площадки и главные напряжения. Кубическое уравнение для определения главных напряжений. Инварианты тензора напряжений. Типы напряженных состояний: линейное, плоское, объемное. Определение максимальных касательных напряжений.

### **Плоское напряженное состояние**

Напряжение на площадке общего положения в плоскости. Главные площадки и главные напряжения. Экстремальные касательные напряжения. Исследование плоского напряженного состояния с помощью круга Мора. Изображение объемного напряженного состояния с помощью кругов Мора. Пример расчета.

### **Тема 10. Теория деформированного состояния в точке**

Постановка проблемы. Деформация как изменение длин и углов в упрощенной теории малых деформаций. Компоненты деформированного состояния. Тензор деформаций. Аналогия между основными зависимостями напряженного и деформированного состояний. Главные оси деформаций и главные деформации. Уравнение обобщенного закона Гука для изотропного тела. Объемная деформация, закон Гука для объемного деформирования. Удельная потенциальная энергия деформации, ее составляющие: энергия изменения объема и формы.

## **Тема 11. Критерии пластичности. Гипотезы предельного состояния материала в точке**

Постановка проблемы. Базовые понятия и обобщения: коэффициент запаса, равноопасные состояния, эквивалентное напряжение. Эволюция развития теорий прочности. Теория максимальных касательных напряжений Треска-Сен-Венана и энергетическая теория Хубера-Мизеса. Экспериментальные обобщения Мора.

## **Тема 12. Сложное сопротивление**

Определение напряжений, нейтральная линия. Нахождение положения нейтральной линии и опасных точек в сечении. Внецентренное растяжение-сжатие. Определение напряжений, нейтральная линия при внецентренном растяжении-сжатии. Ядро сечения. Изгиб с кручением стержня круглого сечения. Условие прочности. Решение проектировочной задачи. Эквивалентные напряжения для изгиба с кручением. Особенности расчета стержня при изгибе с кручением стержня прямоугольного сечения.

## **Тема 13. Устойчивость сжатых стержней**

Постановка проблемы. Стержни, сжатые продольными силами, формула Эйлера для критической силы. Зависимость критической силы от условий закрепления стержня. Понятие о потере устойчивости, при напряжениях, превышающих предел пропорциональности. Зависимость критического напряжения от гибкости стержня. Замечания о практических расчетах на устойчивость, условие устойчивости стержня.



**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ**  
(Дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Иное		
	<b>ВСЕГО:</b>	34	17	17			
<b>3-й семестр</b>							
1	Основные понятия	2					Защита лаб. ра- бот, РГР, эк- замен
2	Растяжение и сжатие прямого стержня	2	2				
3	Механические характеристики материалов при растяжении-сжатии	2		6			
4	Статически неопределимые задачи при растяжении-сжатии	2					
5	Чистый сдвиг. Срез	2		2			
6	Кручение прямого стержня круглого поперечного сечения	2	2	4			
7	Геометрические характеристики плоских сечений	4	2				
8	Изгиб прямого стержня	6	7	5			
9	Теория напряженного состояния в точке	4					
10	Теория деформированного состояния в точке	2					
11	Критерии пластичности. Гипотезы предельного состояния материала в точке	2					
12	Сложное сопротивление	2	4				
13	Устойчивость сжатых стержней	2					

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ**  
 (Дневная форма получения образования для специальности  
 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка»,  
 набор 2019 года)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Иное		
<b>ВСЕГО:</b>		34	34	17			
<b>3-й семестр</b>							
1	Основные понятия	2					Защита лаб. работ, РГР, экза- мен
2	Растяжение и сжатие прямого стержня	2	6				
3	Механические характеристики материалов при растяжении-сжатии	2		6			
4	Статически неопределимые задачи при растяжении-сжатии	2	2				
5	Чистый сдвиг. Срез	2		2			
6	Кручение прямого стержня круглого поперечного сечения	2	4	4			
7	Геометрические характеристики плоских сечений	4	4				
8	Изгиб прямого стержня	6	10	5			
9	Теория напряженного состояния в точке	4					
10	Теория деформированного состояния в точке	2					
11	Критерии пластичности. Гипотезы предельного состояния материала в точке	2					
12	Сложное сопротивление	2	6				
13	Устойчивость сжатых стержней	2	2				

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ**  
(Заочная сокращенная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия/семестр	Лабораторные занятия /семестр	Иное		
	<b>ВСЕГО:</b>	8	6	4			
1	Основные понятия	0,5			[1] - [12]		Защита лаб. ра- бот, РГР, эк- замен
2	Растяжение и сжатие прямого стержня	1	1(1)				
3	Механические характеристики материалов при растяжении-сжатии	0,5		2(2)			
4	Статически неопределимые задачи при растяжении-сжатии						
5	Чистый сдвиг. Срез						
6	Кручение прямого стержня круглого поперечного сечения	0,5	1(1)				
7	Геометрические характеристики плоских сечений	0,5					
8	Изгиб прямого стержня	2	2(2)	2(2)			
9	Теория напряженного состояния в точке						
10	Теория деформированного состояния в точке						
11	Критерии пластичности. Гипотезы предельного состояния материала в точке						
12	Сложное сопротивление	2	2(2)				
13	Устойчивость сжатых стержней	1					

# ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## Основная литература

1. Подскребко, М. Д. Сопротивление материалов: учебник для вузов / М. Д. Подскребко. - Минск: Вышэйшая школа, 2007. - 797 с.
2. Сопротивление материалов: учеб. пособие для вузов / под. Ред. Н.А. Костенко. – Москва: Высшая школа, 2000. – 431с.
3. Подскребко, М. Д. Сопротивление материалов. Практикум по решению задач: учебное пособие для вузов / М. Д. Подскребко. - Минск: Вышэйшая школа, 2009. - 686, [2] с.

## Дополнительная литература

4. Феодосьев В. И. Сопротивление материалов: учебник для втузов. - 9-е изд., перераб. - Москва: Наука, 1986. – 512 с.
5. Дарков А. В. Сопротивление материалов: учебник для втузов / А. В. Дарков, Г. С. Шпиро. - 5-е изд. - Москва: Высшая школа, 1989. - 624 с.
6. Ицкович, Г. М. Руководство к решению задач по сопротивлению материалов: учеб. пособие для втузов / Г. М. Ицкович [и др.]; под ред. Л. С. Минина. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Высшая школа, 2001.-592 с.
7. Винокуров, Е. Ф. Сопротивление материалов: расчетно-проектировочные работы / Е. Ф. Винокуров, А. Г. Петрович, Л. И. Шевчук. - Минск: Вышэйшая школа, 1987. - 227 с.
8. Практическое пособие «Механика материалов» к решению контрольных и расчетно-графических работ по одноименному курсу для студентов дневной и заочной форм обучения специальностей механико-технологических и машиностроительных факультетов / В. А. Балакин, И. Н. Литвиненко, А. А. Иванов; - Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2004. - 79с.
9. Механика материалов: методические указания по решению расчетно-графических и контрольных работ по одноименному курсу для студентов инженерно-технических специальностей дневной и заочной форм обучения / П. Е. Родзевич, С. А. Орлов; - Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2009. - 118 с.
10. Практикум «Механика материалов» к лабораторным работам по одноименному курсу для студентов дневной и заочной форм обучения машиностроительного и механико-технологического факультетов. / В. А. Балакин, П. Е. Родзевич; - Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2004. - 72 с.
11. Механика материалов: практикум по выполнению лабораторных работ для студентов механико-технологического и машиностроительного факультетов дневной и заочной форм обучения / С.И. Кирилук, П. Е. Родзевич; - Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2009. - 118 с.

## Электронные учебно-методические комплексы

12. Родзевич П. Е. Механика материалов: электронный учебно-методический комплекс дисциплины / П. Е. Родзевич, С. И. Кирилук, В. В. Миренков; кафедра «Сельскохозяйственные машины». - Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2013. Режим доступа <https://elib.gstu.by>.

13. Долгушин, В.А. Механика: сопротивление материалов: определение перемещений в упругих системах при различных видах нагружения / В.А. Долгушин, С.С. Соляник, А.В. Спирина ; Министерство сельского хозяйства РФ, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Кафедра прикладной механики, физики и инженерной графики. – Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2018. – 68 с. : схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494533> (дата обращения: 06.01.2020). – Библиогр. в кн. – Текст: электронный.
14. Механика: сопротивление материалов: определение внутренних силовых факторов в упругих системах при различных видах нагружения. Построение эпюр внутренних силовых факторов / В.В. Гнатюк, В.А. Долгушин, С.С. Соляник, А.В. Спирина ; Министерство сельского хозяйства РФ, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Кафедра прикладной механики, физики и инженерной графики. – Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2018. – 80 с. : схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494535> (дата обращения: 06.01.2020). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.
15. Межецкий, Г.Д. Сопротивление материалов : учебник / Г.Д. Межецкий, Г.Г. Загребин, Н.Н. Решетник. – 5-е изд. – Москва : Дашков и К°, 2016. – 432 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=453911> (дата обращения: 06.01.2020). – Библиогр. в кн

### Примерный перечень тем практических занятий

1. Определение опорных реакций.
2. Растяжение-сжатие стержней. Определение внутренних усилий, напряжений и перемещений. Построение эпюр продольных сил, нормальных напряжений, перемещений. Расчеты на прочность и жесткость.
3. Статически неопределимые задачи при растяжении-сжатии стержней. Расчет стержневых систем.
4. Кручение круглого стержня. Построение эпюр крутящих моментов. Определение касательных напряжений и углов закручивания. Расчеты валов на прочность и жесткость.
5. Кручение некруглого стержня. Определение напряжений в стержне прямоугольного сечения. Статически неопределимые задачи при кручении.
6. Геометрические характеристики сечений.
7. Определение положения центра тяжести сечения. Вычисление моментов инерции простых сечений. Определение положения главных центральных осей сложного сечения и главных моментов инерции.
8. Прямой изгиб. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов в балках методом сечений.
9. Построение эпюр по принципу независимости действия нагрузок. Определение нормальных и касательных напряжений в балках. Построение эпюр напряжений.
10. Расчет на прочность при изгибе. Проверка на прочность и подбор размеров сечений.
11. Определение перемещений при изгибе по методу начальных параметров.
12. Исследование плоского напряженного состояния. Определение главных напряжений, положения главных площадок, наибольших касательных напряжений, напряжений на наклонной площадке. Построение круга Мора.
13. Объемное напряженное состояние. Определение главных напряжений. Использование обобщенного закона Гука при определении деформаций.
14. Косой изгиб. Построение эпюр изгибающих моментов в случае косоугольного изгиба. Определение положения нейтральной линии в сечении. Вычисление нормальных напряжений в опасных точках сечения. Проверка прочности.
15. Внецентренное растяжение-сжатие. Определение положения опасного сечения и нейтральной линии в сечении. Вычисление нормальных напряжений в опасных точках сечения.
16. Изгиб с кручением стержня. Проверка прочности и подбор размеров сечения.
17. Устойчивость сжатого стержня. Определение критического напряжения и критической нагрузки. Проверка сжатого стержня на устойчивость. Подбор размеров поперечного сечения сжатого стержня.

### Примерный перечень тем лабораторных работ

1. Определение механических характеристик материалов при растяжении-сжатии

2. Определение модуля продольной упругости и коэффициента поперечной деформации стали
3. Испытание материалов на срез
4. Определение механических свойств материалов при кручении
5. Опытная проверка теории изгиба прямого стержня

#### Примерный перечень тем расчетно-графических работ

1. Растяжение-сжатие стержней и стержневых систем.
2. Кручение.
3. Геометрические характеристики поперечных сечений.
4. Изгиб.
5. Анализ плоского напряженного состояния в точке.
6. Неплоский изгиб. Внецентренное нагружение.
7. Изгиб с кручением.
8. Устойчивость сжатых стержней.

#### Организация самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- контролируемая самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения практических занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием;
- самостоятельная работа в виде выполнения индивидуальных домашних заданий в соответствии с конкретным вариантом исходных данных;
- тестирование;
- подготовка к сдаче экзамена.

#### Диагностика компетенций студента

Учебными планами по специальностям 1-36 02 01 «Машины и технологии литейного производства», предусмотрен экзамен. Оценка учебных достижений студента осуществляется на экзамене.

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по данной дисциплине можно использовать следующий диагностический инструментарий: контрольные работы; тесты; письменные отчеты по аудиторным (домашним) практическим работам; письменные отчеты по лабораторным работам; письменный экзамен.

#### Критерии оценок результатов учебной деятельности

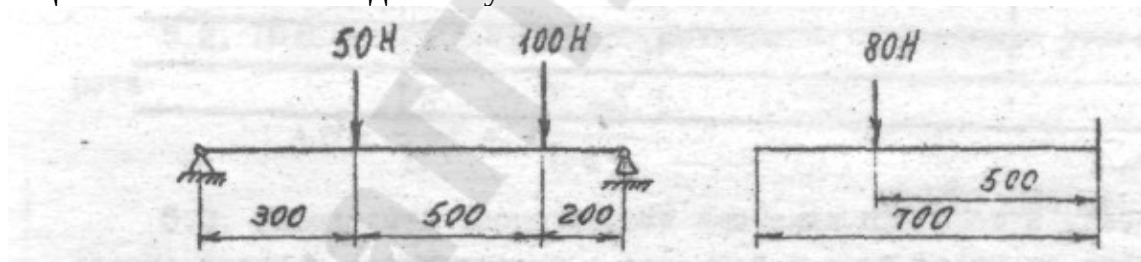
При оценке знаний студента в баллах по десятибалльной шкале применяются критерии оценки результатов деятельности обучающихся в учреждениях высшего образования по десятибалльной шкале (письмо Министерства образования Республики Беларусь от 28.05.2013 г. №09-10/53-ПО).

## Перечень вопросов для самостоятельной работы студентов

1. Дать определение напряжения, перемещения и деформации.
2. Как определить нормальные напряжения в поперечном сечении при растяжении - сжатии? Метод сечений.
3. Методика определения механических характеристик при растяжении-сжатии.
4. Диаграммы растяжения-сжатия. Дать определение основных механических характеристик.
5. Для какого участка диаграммы растяжения-сжатия справедлив закон Гука? Сформулировать его. Как с помощью закона Гука определить удлинение образца?
6. В чем заключается явление упрочнения?
7. В чем отличие истинной диаграммы напряжений от условной?
8. Что такое пластичность и хрупкость?
9. В чем отличие поведения пластичных и хрупких материалов при сжатии?
10. Что такое условный предел текучести?
11. Что называется абсолютной линейной продольной и абсолютной линейной поперечной деформацией?
12. Что называется относительной продольной и относительной поперечной деформацией?
13. Что называется коэффициентом поперечной деформации (коэффициентом Пуассона)?
14. Запишите закон Гука при растяжении.
15. Что называется модулем продольной упругости (модулем Юнга)? В каких единицах он измеряется? Как он характеризует материал?
16. Каковы пределы значений коэффициента Пуассона для различных материалов?
17. Почему максимальная нагрузка при проведении опыта не должна превышать соответствующей пределу пропорциональности?
18. Для него дается предварительная нагрузка на образец?
19. Чем вызвана необходимость применения тензометров? Каков принцип действия рычажно-шарнирного тензометра Гуггенбергера?
20. Чему равны (ориентировочно) модули продольной упругости для различных материалов (сталь, чугун, медь, алюминий).
21. Какой вид нагружения стержня называется чистым сдвигом?
22. Как записывается условие прочности на срез при расчете заклепочного соединения?
23. Как записывается условие прочности на смятие при расчете заклепочного соединения?
24. Какое сечение называют опасным при расчете скрепляемых листов на разрыв?
25. Какие упрощающие предположения вводятся при расчетах на срез и смятие?
26. Какие напряжения возникают в поперечном сечении круглого стержня при кручении и как они вычисляются?
27. Какие напряжения возникают в продольных сечениях круглого стержня



- при кручении и как они распределяются по сечению?
28. В каком напряженном состоянии находится материал стержня при кручении?
  29. Чем объясняется различный характер деформирования элементов ориентированных вдоль оси и под углом  $45^\circ$  к оси стержня?
  30. Что называется пределом пропорциональности, пределом прочности при кручении и как они определяются?
  31. Запишите формулу, связывающую угол закручивания стержня с крутящим моментом.
  32. Что называется жесткостью при кручении?
  33. Как экспериментально определяется модуль сдвига?
  34. Как определить модуль сдвига материала, если известны его модуль упругости  $E$  и коэффициент Пуассона  $\mu$ ?
  35. Какие типы опор применяются для закрепления балок к основанию? Покажите опорные реакции, соответствующие каждому виду опор.
  36. Какие уравнения используются для определения значений опорных реакций?
  37. Как проверить правильность определения опорных реакций?
  38. Какие внутренние усилия возникают в поперечных сечениях стержня в общем случае действия на него плоской системы сил?
  39. Что называют плоским (прямым) поперечным изгибом?
  40. Какие правила знаков приняты для каждого из внутренних усилий?
  41. Для приведенных балок записать выражения поперечной силы и изгибающего момента на каждом из участков



42. Что представляет собой эпюры поперечных сил и изгибающих моментов?
43. Как формулируется гипотеза плоских сечений?
44. Что представляет собой нейтральная линия? Как она расположена в балке?
45. Чему равна кривизна оси балки при чистом изгибе?
46. Что называется жесткостью сечения при изгибе?
47. По какой формуле определяются нормальные напряжения в поперечных сечениях балки при поперечном изгибе?
48. В каких точках балки материал находится в линейном напряженном состоянии?
49. Запишите закон Гука для линейного напряженного состояния.
50. Что называется моментом сопротивления сечения при изгибе и какова его размерность?
51. Какие перемещения получают поперечные сечения балок при изгибе?
52. Что представляют собой уравнения метода начальных параметров и почему они так называются?

53. Какие нагрузки называются статическими, и какие - динамическими?
54. Какое явление называется ударом и результатом чего он является?
55. Что называется динамическим коэффициентом при ударе? Как он определяется?
56. Что положено в основу вывода формул для определения перемещений при ударе?
57. Как определяется коэффициент динамичности с учетом массы системы?
58. Какие колебания называются свободными, и какие вынужденными?
59. Что называется частотой и периодом свободных колебаний. По каким формулам они определяются?
60. Как учитывается масса упругой системы при расчете на колебания?
61. Что представляет собой резонанс и в чем заключается его опасность?
62. Что такое период свободных колебаний и как он определяется.
63. Как определить логарифмический декремент затухания?
64. Каким образом можно снизить эффект от удара?
65. Объект и предмет изучения механики материалов. Прочность и жесткость. Реальный объект и расчетная схема.
66. Внешние и внутренние факторы. Линейная упругость. Закон Гука. Принцип неизменности начальных размеров. Идея метода сечений.
67. Растяжение как вид деформирования. Нормальные напряжения. Закон Гука при растяжении, модуль Юнга. Принцип Сен-Венана. Продольные и поперечные деформации.
68. Перемещения точек стержня при растяжении, жесткость при растяжении-сжатии. Понятие об эпюрах внутренних продольных сил. Напряжения в наклонных сечениях.
69. Диаграмма растяжения пластичной стали. Основные механические характеристики материала: предел пропорциональности; предел текучести; предел прочности. Замечание об истинной диаграмме растяжения.
70. Пластическое и хрупкое состояния материала. Диаграмма сжатия пластичной стали и чугуна. Коэффициент запаса прочности, условие прочности. Допускаемое напряжение.
71. Понятие статической неопределимости. Методика раскрытия статической неопределимости. Влияние изменения температуры и предварительного деформирования – температурные и монтажные напряжения.
72. Чистый сдвиг как вид деформирования. Закон Гука при сдвиге, модуль сдвига. Касательные напряжения. Угловые деформации. Перемещения точек стержня при сдвиге, жесткость при сдвиге.
73. Кручение как вид деформирования. Закон Гука при кручении. Касательные напряжения, полярный момент инерции сечения.
74. Перемещения точек стержня при кручении: полный и относительный углы закручивания, жесткость при кручении. Условие прочности и жесткости при кручении.
75. Статические моменты площади сечения. Определение центра тяжести сечения. Осевые, полярный и центробежный моменты инерции сечений. Понятие о главных и центральных осях сечения.
76. Моменты инерции простейших сечений. Зависимость между моментами инерции для параллельных осей. Главные оси и главные моменты инер-

- ции сечений.
77. Изгиб как вид деформирования, чистый и поперечный изгиб. Закон Гука при чистом изгибе. Нормальные напряжения изгиба. Коэффициент запаса при изгибе, условие прочности по нормальным напряжениям.
  78. Касательные напряжения при поперечном изгибе – формула Д. И. Журавского. Распределение касательных напряжений в стандартных профилях: прямоугольник, круг. Проверка прочности по касательным напряжениям.
  79. Основная идея теории напряженного состояния – общий случай нагружения элементарного объема. Понятие о тензоре напряжений. Равновесие элементарного параллелепипеда, закон парности касательных напряжений.
  80. Главные площадки и главные напряжения. Кубическое уравнение для определения главных напряжений. Типы напряженных состояний: линейное, плоское, объемное. Определение максимальных касательных напряжений.
  81. Плоское напряженное состояние. Напряжение на площадке общего положения в плоскости. Главные площадки и главные напряжения. Экстремальные касательные напряжения.
  82. Компоненты деформированного состояния. Тензор деформаций. Главные оси деформаций и главные деформации. Уравнение обобщенного закона Гука для изотропного тела. Объемная деформация, закон Гука для объемного деформирования.
  83. Коэффициент запаса, равноопасные состояния, эквивалентное напряжение. Эволюция развития теорий прочности.
  84. Теория максимальных касательных напряжений Треска-Сен-Венана и энергетическая теория Хубера-Мизеса. Экспериментальные обобщения Мора.
  85. Сложное сопротивление. Определение напряжений при неплоском изгибе, нейтральная линия. Внецентренное растяжение-сжатие. Определение напряжений, нейтральная линия при внецентренном растяжении-сжатии.
  86. Изгиб с кручением стержня круглого сечения. Условие прочности. Эквивалентные напряжения для изгиба с кручением.
  87. Устойчивость сжатых стержней. Стержни, сжатые продольными силами, формула Эйлера для критической силы. Зависимость критической силы от условий закрепления стержня.
  88. Понятие о потере устойчивости, при напряжениях, превышающих предел пропорциональности. Зависимость критического напряжения от гибкости стержня. Замечания о практических расчетах на устойчивость, условие устойчивости стержня.
  89. Прочность при циклически меняющихся напряжениях. Характеристики циклов. Экспериментальный подход, кривая усталости и предел выносливости. Диаграмма предельных амплитуд.
  90. Влияние различных факторов на прочность при циклическом нагружении. Коэффициент запаса при циклическом нагружении и его определение.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной 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)
Оборудование метизных цехов	МиТОМ	Нет _____Ю.Л. Бобарикин	
Оборудование прокатных цехов	МиТОМ	Нет _____Ю.Л. Бобарикин	

Библиотека ГГТУ им. Л.Д. Бобарикина