

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

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ГГТУ им. П.О.Сухого

\_\_\_\_\_ О.Д. Асенчик  
(подпись) (И.О.Фамилия)  
28.06. 2019

Регистрационный № УД- 32-39 /уч.

## **МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ**

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплины для специальностей:

1–36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин»  
1–36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной  
техники»

2019

Учебная программа составлена на основе образовательных стандартов высшего образования ОСВО 1-36 01 07-2013; ОСВО 1-36 12 01-2019;

учебных планов первой ступени высшего образования ГГТУ им. П.О. Сухого I 36-01-03/уч. от 11.02.2016, I 36-01-12/уч. от 06.02.2019, по специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин», I 36-1-05/уч. от 06.02.2019, I 36-1-16/уч. от 06.02.2019, , I 36-1-51/уч. от 05.04.2019, по специальности 1-36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники»

#### СОСТАВИТЕЛИ:

С.И. Кирилук, старший преподаватель кафедры «Сельскохозяйственные машины» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени И.О. Сухого».

#### РЕЦЕНЗЕНТЫ:

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

#### РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

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

Научно-методическим советом механико-технологического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 6 от 21.05.2019);

Научно-методическим советом машиностроительного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 6 от 24.06.2019);

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

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

Регистрационный номер МТФ      УД 067-2/уч

Регистрационный номер ЗФ      УДз-084-2у

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Целью дисциплины «Механика материалов» является приобретение студентами специальностей 1–36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» и 1–36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники» является обеспечение базы инженерной подготовки инженера и знакомство студентов с поведением твердого деформированного тела, находящегося под внешним воздействием. Понятия и расчетные зависимости сопротивления материалов необходимы студентам для овладения инженерными дисциплинами, такими как детали машин и специальными.

Задачи дисциплины «Механика материалов» состоят в овладении методов расчета элементов конструкций и деталей машин на прочность, жесткость и устойчивость.

Овладение методами расчетов подразумевает знание расчетных зависимостей и положений, на базе которых они получены, и умение использовать эти зависимости для решения задач прочности, жесткости и устойчивости.

Основной целью расчетов на прочность, жесткость и устойчивость является определение таких размеров детали, при которых она не только не разрушится, но и изменение ее размеров и формы под нагрузкой не мешает ее нормальной эксплуатации.

Дисциплина базируется на знаниях, получаемых студентами из курсов высшей математики, 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 студента формирование следующих компетенций:

- академических:
- АК–1. Уметь применять базовые научно–теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- АК–2. Владеть системным и сравнительным анализом.
- АК–3. Владеть исследовательскими навыками.
- АК–4. Уметь работать самостоятельно.
- АК–5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).
- АК–6. Владеть междисциплинарным подходом при решении задач.
- АК–7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.
- АК–8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.
- АК–9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение жизни.
- социально–личностные:
- СЛК–6. Владеть навыками здоровьесбережения.
- профессиональных компетенций:

Производственно–техническая деятельность:

– ПК–11. уметь пользоваться современными методами контроля технологических процессов, качества материалов и выпускаемой продукции.

Специализированных:

– СК–3. Быть способным применять вычислительные методы механики и современного программного обеспечения к решению современных инженерных задач проектирования расчета и исследования машин и конструкций.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен

**знать:**

– основные гипотезы механики материалов о свойствах конструкционных материалов и характере деформации;

– общие требования к конструкционным материалам;

– методы расчета типовых элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость;

– методы экспериментального исследования напряжений и деформаций;

**уметь:**

– применять на практике методы и подходы к решению инженерных задач расчета конструкций, деталей и узлов машин на прочность, жесткость и устойчивость;

– исследования напряжения и деформации экспериментальными методами;

– осуществлять постановку задач с учетом сложных эксплуатационных условий функционирования исследуемого объекта.

**владеть:**

– методами теоретического и экспериментального анализа конструкций на прочность жесткость и устойчивость с учетом свойств конструкционных материалов;

– методами расчета конструкций для их оптимального использования.

### **Общее количество часов и распределение аудиторного времени по видам занятий**

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Механика материалов» для специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» составляет – 350 часов. Трудоемкость учебной дисциплины, выраженная в зачетных единицах, составляет 8,5 зачетных единиц.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Механика материалов» для специальности 1-36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники» составляет – 232 часа (для набора студентов 2018 г), и 276 часов (для набора студентов 2019 г). Трудоемкость учебной дисциплины, выраженная в зачетных единицах, составляет 6 зачетных единиц.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

Вид занятий, курс, семестр	дневная			заочная сокращенная
	1-36 01 07	1-36 12 01 набор 2018	1-36 12 01 набор 2019	
Курс	2	2	2	1,2
Семестр	3,4	3,4	3,4	1,2,3
Лекции (часов)	68	68	68	12
Практические занятия (часов)	68	34	51	8
Лабораторные занятия (часов)	17	17	17	4
Всего аудиторных (часов)	153	119	136	24
<b>Форма текущей аттестации по учебной дисциплине</b>				
РГР (семестр)	3,4	3,4	3,4	-
Зачет (семестр)	-	3	3	2
Экзамен (семестр)	3,4	4	4	3
Тестирование (семестр)	-	-	-	3

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Основные понятия и гипотезы.

Связь курса с общенаучными общеинженерными и специальными дисциплинами. Классификация элементов конструкций. Внешние и внутренние силы. Метод сечений. Гипотеза сплошности, однородности.

Тема 2. Внутренние силы сопротивления и внутренние силовые факторы.

Выражение внутренних силовых факторов через внешние силы. Напряжения: полное, нормальное и касательное. Перемещения. Принцип начальных размеров. Деформации: линейные и угловые. Упругость.

Тема 3. Растяжение и сжатие прямого стержня.

Эпюры продольных сил, напряжений и перемещений. Напряжения в наклонных сечениях стержня. Закон Гука при растяжении. Принцип Сен-Венана. Деформации продольные и поперечные. Коэффициент поперечной деформации (коэффициент Пуассона). Удлинение стержня. Жесткость при растяжении–сжатии. Определение осевых перемещений поперечных сечений. Изменение объема при растяжении. Потенциальная энергия деформации.

Тема 4. Механические свойства материалов при растяжении–сжатии.

Диаграмма растяжения. Понятие предела пропорциональности, предела текучести, предела упругости, предела прочности (временного сопротивления). Истинная диаграмма растяжения. Диаграмма сжатия. Пластическое и хрупкое состояние материалов, типы разрушений. Коэффициенты запаса прочности. Допускаемые напряжения. Расчеты на прочность и жесткость.

Тема 5. Статически неопределимые задачи при растяжении.

Статически неопределимые системы. Методика раскрытия статической неопределимости. Зависимость внутренних усилий в элементах системы от соотношения их жесткостей. Расчеты с учетом изменения температуры и наличия натягов при сборке конструкций.

Тема 6. Чистый сдвиг. Срез.

Напряжения и деформации при чистом сдвиге. Неизменность объема при сдвиге. Зависимости между тремя упругими постоянными для изотропного материала. Механические свойства материалов при сдвиге. Закон Гука для касательных напряжений. Напряжения в поперечных сечениях при срезе и смятии. Практические расчеты на срез.

Тема 7. Кручение прямого стержня круглого поперечного сечения.

Построение эпюр крутящих моментов и напряжений в поперечном сечении. Относительный и полный углы закручивания. Жесткость при кручении. Расчет сплошного и трубчатого круглого стержня на прочность и жесткость. Потенциальная энергия деформации круглого стержня при кручении.

Тема 8. Кручение стержня некруглого сечения.

Основные результаты теории кручения стержня некруглого сечения. Понятие о гидродинамической и мембранной аналогиях. Кручение стержня

прямоугольного сечения. Статически неопределимые задачи кручения стержней.

Тема 9. Теория напряженного состояния в точке.

Обозначение напряжений. Закон парности касательных напряжений. Определение напряжений на площадке общего положения. Тензор напряжений. Главные площадки и главные напряжения. Кубическое уравнение для главных напряжений. Инварианты тензора напряжений. Типы напряженных состояний: линейное, плоское, объемное. Уравнение обобщенного закона Гука для изотропного тела. Уравнение Ламе. Удельная потенциальная энергия деформации и ее составляющие.

Тема 10. Плоское напряженное состояние.

Напряжение на площадке общего положения. Главные площадки и главные напряжения. Экстремальность главных напряжений. Экстремальные касательные напряжения. Исследование плоского напряженного состояния с помощью круга Мора.

Тема 11. Гипотезы предельного состояния материала в точке.

Равноопасные состояния. Эквивалентное напряжение. Гипотеза наибольших касательных напряжений. Гипотеза потенциальной энергии формоизменения. Теория Мора для материалов с различным сопротивлением растяжению и сжатию.

Тема 12. 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. Моменты сопротивления сечения изгибу.

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 13. Чистый прямой изгиб стержня.

Понятие чистого изгиба. Построение эпюр изгибающих моментов. Зависимость между изгибающим моментом и кривизной оси изогнутого стержня. Жесткость при изгибе. Напряжения в поперечном сечении при чистом изгибе. Основные условия прочности при изгибе. Рациональные сечения при изгибе.

Тема 14. Прямой поперечный изгиб.

Распространение выводов чистого изгиба на поперечный изгиб. Касательные напряжения при поперечном изгибе (формула Д.И. Журавского). Главные напряжения при изгибе. Проверка прочности при изгибе. Потенциальная энергия деформации при изгибе.

Дифференциальные и интегральные зависимости при изгибе.

Тема 15. Перемещения при изгибе.

Понятие об угле поворота сечения и прогибе. Дифференциальное уравнение изогнутой оси стержня и его интегрирование. Метод начальных параметров

Тема 16. Сложный изгиб.

Косой и неплоский изгиб. Определение напряжений. Нахождение положения нейтральной линии и опасных точек в сечении. Внецентренное растяжение или сжатие стержней большой жесткости. Расчет на прочность стержней большой жесткости при совместном изгибе и растяжении–сжатии. Определение положения нейтральной линии и напряжений при внецентренном растяжении–сжатии.

Тема 17.

Внецентренное растяжение или сжатие стержней большой жесткости.

Определение напряжений. Нахождение положения н.л. сечения и опасных точек. Расчет на прочность. Ядро сечения. Расчет на прочность.

Тема 18. Изгиб с кручением.

Изгиб с кручением стержня. Определение положения опасной точки в сечении. Применение формул эквивалентности к расчету стержней при совместном действии изгиба и кручения. Расчет на прочность. Особенности расчета стержня прямоугольного сечения при изгибе с кручением.

Тема 19. Цикловое нагружение.

Характеристики циклов переменных напряжений. Понятие о выносливости и усталостной прочности. Кривые усталости и предел выносливости. Влияние на предел выносливости различных факторов. Диаграммы предельных амплитуд образца. Определение коэффициента запаса прочности переменных напряжениях.

Тема 20. Энергетические методы определение перемещений.

Понятие обобщенной силы и обобщенного перемещения. Работа внешних сил. Работа внутренних сил. Теорема взаимности работ и перемещений. Теорема Кастилиано. Интеграл Мора. Способ Верещагина.

Тема 21. Статически неопределимые системы. Метод сил.

Понятие о степенях свободы и связях. Метод сил. Выбор основной системы. Канонические уравнения метода сил. Использование прямой и обратной симметрии. Определение перемещений в статически неопределимой системе.

Тема 22. Динамическое нагружение.

Ударная нагрузка и вызываемые ею в системе перемещения и напряжения. Способ расчета по балансу энергии. Влияние собственной массы ударяемой системы.

Тема 23. Устойчивость сжатых стержней.

Понятие об устойчивых и неустойчивых формах равновесия. Критическая нагрузка. Формула Эйлера для различных случаев опорных закреплений. Понятие о потере устойчивости при напряжениях, превышающих предел пропорциональности. Формула Ф.С. Ясинского для критического напряжения. Расчет по коэффициенту уменьшения допускаемых напряжений.

Тема 24. Изгиб тонкостенных стержней.

Нормальные и касательные напряжение. Определение центра изгиба.

Чистое кручение тонкостенных стержней открытого и замкнутого профиля. Определение напряжений, угла закручивания и деформаций сечений.



Тема 25. Расчет винтовых пружин.

Цилиндрические пружины растяжения, сжатия и кручения. Расчеты пружин на прочность и жесткость.

Тема 26. Расчет толстостенных цилиндров.

Определение напряжений и перемещений в толстостенных цилиндрах, нагруженных внутренним и наружным давлением. Рассмотрение частных случаев нагружения цилиндров давлением. Напряжения при посадке двух цилиндров с натягом. Определение контактного давления.

Тема 27. Расчет тонкостенных оболочек и пластин.

Цилиндрическая, сферическая и коническая оболочки, находящиеся под воздействием постоянного и гидростатического давления. Чистый изгиб пластины. Зависимость между изгибающими моментами и перемещениями. Уравнение изогнутой поверхности пластины. Условие на контуре.

УЧЕБНО–МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ  
специальности 1–36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и  
технологических машин»  
(Дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Количество часов УСП	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8
	ВСЕГО:	68	68	17			
	Третий семестр	34	34	17			Экзамен
1.	Основные понятия и гипотезы	2	-	-			Экзамен
2.	Внутренние силы сопротивления и внутренние силовые факторы.	2	2				устный опрос Экзамен
3.	Растяжение и сжатие прямого стержня.	3	4	2			Защита лаб.раб РГР, Экзамен
4.	Механические свойства материалов при растяжении–сжатии.	2	-	4			Защита лаб.раб Экзамен
5.	Статически неопределимые задачи при растяжении–сжатии.	3	4				устный опрос РГР,
6.	Чистый сдвиг. Срез.	2	2	2			Защита лаб.раб Экзамен
7.	Кручение прямого стержня круглого поперечного сечения.	2	4	4			Защита лаб.раб РГР, Экзамен
8.	Кручение стержня некруглого сечения.	2	2	-			РГР, Экзамен
9.	Теория напряженного состояния в точке.	2	-	-			Экзамен
10.	Плоское напряженное состояние.	2	4	-			Экзамен
11.	Гипотезы предельного состояния материала в точке.	2	-				Экзамен
12.	Геометрические характеристики плоских сечений.	2	4	-			РГР, Экзамен
13.	Чистый прямой изгиб стержня.	2	-	-			Экзамен
14.	Прямой поперечный изгиб.	4	6	2			Защита лаб.раб РГР, Экзамен
15.	Перемещения при изгибе.	2	2	3			Защита лаб.раб Экзамен

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
	Четвертый семестр	34	34	–			Экзамен
16.	Сложный изгиб	4	4				РГР, Экзамен
17.	Внецентренное растяжение или сжатие стержней большой жесткости.	2	2	–			Экзамен
18.	Изгиб с кручением.	3	4	–			РГР, Экзамен
19.	Энергетические методы определение перемещений.	3	–	–			Экзамен
20.	Статически неопределимые системы. Метод сил.	4	8	–			РГР, Экзамен
21	Динамическое нагружение.	2	4	–			РГР, Экзамен
22.	Устойчивость сжатых стержней.	3	4	–			РГР, Экзамен
23.	Цикловое нагружение.	4	2	–			Экзамен
24.	Изгиб тонкостенных стержней.	2	2	–			Экзамен
25.	Расчет винтовых пружин.	2	2	–			Экзамен
26.	Расчет толстостенных цилиндров.	3	2	–			Экзамен
27.	Расчет тонкостенных оболочек и пластин.	2	–	–			Экзамен

**УЧЕБНО–МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ**  
по специальности 1–36 12 01 «Проектирование и производство  
сельскохозяйственной техники»

(Дневная форма получения образования набор 2018 года)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8
	<b>ВСЕГО:</b>	68	34	17			
	<b>Третий семестр</b>	34	17	–			Зачет
1.	Основные понятия и гипотезы	2	-	-			Зачет
2.	Внутренние силы сопротивления и внутренние силовые факторы.	2		–			устный опрос Зачет
3.	Растяжение и сжатие прямого стержня.	3	2	–			РГР, Зачет
4.	Механические свойства материалов при растяжении–сжатии.	2	-	–			Зачет
5.	Статически неопределимые задачи при растяжении.	3	4	–			РГР, Зачет
6.	Чистый сдвиг. Срез.	2		-			Зачет
7.	Кручение прямого стержня круглого поперечного сечения.	2	4	–			РГР, Зачет
8.	Кручение стержня некруглого сечения.	2		-			РГР, Зачет
9.	Теория напряженного состояния в точке.	2	-	-			Зачет
10.	Плоское напряженное состояние.	2		-			устный опрос Зачет
11.	Гипотезы предельного состояния материала в точке.	2	-	–			устный опрос Зачет
12.	Геометрические характеристики плоских сечений.	2	2	-			РГР, Зачет
13.	Чистый прямой изгиб стержня.	2	-	–			Зачет
14.	Прямой поперечный изгиб.	4	5	–			РГР, Зачет
15.	Перемещения при изгибе.	2	–	–			Зачет
	<b>Четвертый семестр</b>	34	17	17			Экзамен
16.	Сложный изгиб	4	4	6			Защита лаб. раб РГР, Экзамен

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
17.	Внецентренное растяжение или сжатие стержней большой жесткости.	2	–	–			Экзамен
18.	Изгиб с кручением.	3	3	4			Защита лаб.раб РГР, Экзамен
19.	Энергетические методы определение перемещений.	3	–	4			Защита лаб.раб Экзамен
20.	Статически неопределимые системы. Метод сил.	4	4	–			РГР, Экзамен
21.	Динамическое нагружение.	2	2	3			Защита лаб.раб РГР, Экзамен
22.	Устойчивость сжатых стержней.	3	4	–			РГР, Экзамен
23.	Цикловое нагружение.	4	–	–			устный опрос Экзамен
24.	Изгиб тонкостенных стержней.	2	–	–			Экзамен
25.	Расчет винтовых пружин.	2	–	–			устный опрос Экзамен
26.	Расчет толстостенных цилиндров.	3	–	–			Экзамен
27.	Расчет тонкостенных оболочек и пластин.	2	–	–			Экзамен

УЧЕБНО–МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ  
по специальности 1–36 12 01 «Проектирование и производство  
сельскохозяйственной техники»  
(Дневная форма получения образования набор с 2019 года)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Количество часов УСП	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8
	ВСЕГО:	68	51	17			
	Третий семестр	34	34	17			Зачет
1.	Основные понятия и гипотезы	2	-	-			Зачет
2.	Внутренние силы сопротивления и внутренние силовые факторы.	2	2	-			устный опрос Зачет
3.	Растяжение и сжатие прямого стержня.	3	4	2			Защита лаб.раб РГР, Зачет
4.	Механические свойства материалов при растяжении–сжатии.	2	-	4			Защита лаб.раб Зачет
5.	Статически неопределимые задачи при растяжении.	3	4	-			РГР, Зачет
6.	Чистый сдвиг. Срез.	2	2	-			Зачет
7.	Кручение прямого стержня круглого поперечного сечения.	2	4	6			Защита лаб.раб РГР, Зачет
8.	Кручение стержня некруглого сечения.	2	2	-			РГР, Зачет
9.	Теория напряженного состояния в точке.	2	-	-			устный опрос Зачет
10.	Плоское напряженное состояние.	2	4	-			Зачет
11.	Гипотезы предельного состояния материала в точке.	2	-	-			Зачет
12.	Геометрические характеристики плоских сечений.	2	4	-			РГР, Зачет
13.	Чистый прямой изгиб стержня.	2	-	-			Зачет
14.	Прямой поперечный изгиб.	4	6	2			Защита лаб.раб РГР, Зачет
15.	Перемещения при изгибе.	2	2	3			Защита лаб.раб Зачет

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
	Четвертый семестр	34	17	–			Экзамен
16.	Сложный изгиб	4	4				РГР, Экзамен
17.	Внецентренное растяжение или сжатие стержней большой жесткости.	2	–	–			Экзамен
18.	Изгиб с кручением.	3	3	–			РГР, Экзамен
19.	Энергетические методы определение перемещений.	3	–	–			Экзамен
20.	Статически неопределимые системы. Метод сил.	4	4	–			РГР, Экзамен
21.	Динамическое нагружение.	2	2	–			РГР, Экзамен
22.	Устойчивость сжатых стержней.	3	4	–			РГР, Экзамен
23.	Цикловое нагружение.	4	–	–			устный опрос Экзамен
24.	Изгиб тонкостенных стержней.	2	–	–			Экзамен
25.	Расчет винтовых пружин.	2	–	–			устный опрос Экзамен
26.	Расчет толстостенных цилиндров.	3	–	–			Экзамен
27.	Расчет тонкостенных оболочек и пластин.	2	–	–			Экзамен

УЧЕБНО–МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ  
по специальности 1–36 12 01 «Проектирование и производство  
сельскохозяйственной техники»

(Заочная сокращенная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Количество часов УСП	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8
	ВСЕГО:	12	8	4			
	Первый семестр	6	2	–			зачет
1.	Основные понятия и гипотезы		–	–			зачет
2.	Внутренние силы сопротивления и внутренние силовые факторы.		–	–			зачет
3.	Растяжение и сжатие прямого стержня.	1	2	–			устный опрос зачет
4.	Механические свойства материалов при растяжении–сжатии.		–	–			зачет
5.	Статически неопределимые задачи при растяжении.		–	–			зачет
6.	Чистый сдвиг. Срез.		–	–			зачет
7.	Кручение прямого стержня круглого поперечного сечения.	1	–	–			зачет
8.	Кручение стержня некруглого сечения.		–	–			зачет
9.	Теория напряженного состояния в точке.	1	–	–			зачет
10.	Плоское напряженное состояние.	1	–	–			зачет
11.	Гипотезы предельного состояния материала в точке.		–	–			зачет
12.	Геометрические характеристики плоских сечений.	1	–	–			зачет
13.	Чистый прямой изгиб стержня.		–	–			зачет
14.	Прямой поперечный изгиб.	1	–	–			зачет
15.	Перемещения при изгибе.		–	–			зачет
	Второй семестр	6	4	2			
16.	Растяжение и сжатие прямого стержня.			2			Защита лаб.раб.
17.	Сложный изгиб	1	–	–			тест Экзамен
18.	Внецентренное растяжение или сжатие стержней большой жесткости.	1	–	–			тест Экзамен
19.	Изгиб с кручением.	1	–	–			тест Экзамен
20.	Энергетические методы определения перемещений.	1	–	–			тест Экзамен



Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
21.	Статически неопределимые системы. Метод сил.	2	4	–			тест Экзамен
22.	Динамическое нагружение.	–	–	–			Экзамен
23.	Устойчивость сжатых стержней.	–	–	–			тест Экзамен
24.	Цикловое нагружение.	–	–	–			Экзамен
25.	Изгиб тонкостенных стержней.	–	–	–			Экзамен
26.	Расчет винтовых пружин.	–	–	–			Экзамен
27.	Расчет толстостенных цилиндров.	–	–	–			Экзамен
28.	Расчет тонкостенных оболочек и пластин.	–	–	–			Экзамен
	третий семестр	–	2	2			Экзамен
29.	Статически неопределимые системы. Метод сил.		2				тест Экзамен
30.	Растяжение и сжатие прямого стержня.			2			Защита лаб.раб

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Основная литература

1. Дарков А. В. Сопротивление материалов: учебник для втузов / А. В. Дарков, Г. С. Шпиро. - 5-е изд. - Москва: Высшая школа, 1989. - 624 с.
2. Подскребко, М. Д. Сопротивление материалов: учебник для вузов / М. Д. Подскребко. - Минск: Вышэйшая школа, 2007. - 797 с.
3. Феодосьев В. И. Сопротивление материалов: учебник для втузов. - 9-е изд., перераб. - Москва: Наука, 1986. - 512 с.
4. 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

5. 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.
6. Биргер И. А. Сопротивление материалов: учеб. пособие для вузов / И. А. Биргер, Р. Р. Мавлютов. - Москва: Наука, 1986. - 560 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, 2017. - 59 с.
- 12.. – ISBN 978-5-394-02628-7. – Текст: электронный.

13. 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>.
14. 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.
15. 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.
16. 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. Стержневые системы. Расчет на прочность.
4. Статически неопределимые задачи при растяжении-сжатии стержней. Расчет стержневых систем.
5. Кручение круглого стержня. Построение эпюр крутящих моментов. Определение касательных напряжений и углов закручивания. Расчеты валов на прочность и жесткость.
6. Расчеты на срез.
7. Геометрические характеристики сечений. Определение положения центра тяжести сечения. Вычисление моментов инерции простых сечений.

- Определение положения главных центральных осей сложного сечения и главных моментов инерции.
8. Исследование плоского напряженного состояния. Определение главных напряжений, положения главных площадок, наибольших касательных напряжений, напряжений на наклонной площадке. Построение круга Мора.
  9. Прямой изгиб. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов в балках методом сечений.
  10. Расчет на прочность при изгибе. Проверка на прочность и подбор размеров сечений.
  11. Определение перемещений методом начальных параметров.
  12. 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.
  13. Построение эпюр внутренних силовых факторов в пространственном стержне.
  14. Внецентренное растяжение-сжатие. Расчет на прочность.
  15. Изгиб с кручением стержня. Проверка прочности и подбор размеров сечения.
  16. Определение перемещений в балках и рамах по способу Верещагина.
  17. Метод сил. Статически неопределимая система. Раскрытие статической неопределимости методом сил. Расчет статически неопределимых систем.
  18. Ударное нагружение. Определение напряжений и перемещений при ударе в случае продольного и изгибного удара. Проверка прочности.
  19. 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
6. Определение момента защемления однопролетной статически неопределимой балки
7. Опытная проверка теории удара

## Примерный перечень тем расчетно-графических работ

1. Растяжение-сжатие стержней и стержневых систем.
2. Расчет статически неопределимого стержня при растяжении-сжатии
3. Кручение прямого стержня.
4. Геометрические характеристики поперечных сечений.
5. Изгиб.
6. Неплоский изгиб.
7. Изгиб с кручением.
8. Статически неопределимые системы. Метод сил.
9. Ударное нагружение.
10. Устойчивость сжатых стержней.

### Тестирование

#### Для студентов заочной формы обучения

Текущее тестирование используется для допуска к экзамену и проводится в 3 семестре.

Тестирование организуется для:

- оценки учебных достижений студентов по дисциплине в соответствии с учебным планом, утвержденным в установленном порядке;
- самостоятельного изучения теоретического материала по дисциплине;
- закрепления и углубления теоретических знаний по дисциплине.

#### Диагностика компетенций студента

Учебными планами по специальности 1–36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» предусмотрен экзамен.

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по данной дисциплине можно использовать следующий диагностический инструментарий: защита РГР, защита лабораторных работ; письменные контрольные работы; тесты; устный опрос; проведение текущих опросов по отдельным разделам (темам), письменный экзамен.

Учебными планами по специальности 1–36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники» предусмотрен зачет и экзамен.

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по данной дисциплине можно использовать следующий диагностический инструментарий: защита РГР, защита лабораторных работ; письменные контрольные работы; тесты; устный опрос; проведение текущих опросов по отдельным разделам (темам), письменный зачет и 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. 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. Чему равны (ориентировочно) модули продольной упругости для различных материалов (сталь, чугун, медь, алюминий).
20. Какой вид нагружения стержня называется чистым сдвигом?
21. Как записывается условие прочности на срез при расчете заклепочного соединения?
22. Как записывается условие прочности на смятие при расчете заклепочного соединения?
23. Какое сечение называют опасным при расчете скрепляемых листов на разрыв?
24. Какие упрощающие предположения вводятся при расчетах на срез и смятие?
25. Какие напряжения возникают в поперечном сечении круглого стержня

- при кручении и как они вычисляются?
26. Какие напряжения возникают в продольных сечениях круглого стержня при кручении и как они распределяются по сечению?
  27. В каком напряженном состоянии находится материал стержня при кручении?
  28. Чем объясняется различный характер деформирования элементов ориентированных вдоль оси и под углом  $45^\circ$  к оси стержня?
  29. Что называется пределом пропорциональности, пределом прочности при кручении и как они определяются?
  30. Запишите формулу, связывающую угол закручивания стержня с крутящим моментом.
  31. Что называется жесткостью при кручении?
  32. Как экспериментально определяется модуль сдвига?
  33. Как определить модуль сдвига материала, если известны его модуль упругости  $E$  и коэффициент Пуассона  $\mu$ ?
  34. Какие типы опор применяются для закрепления балок к основанию? Покажите опорные реакции, соответствующие каждому виду опор.
  35. Какие уравнения используются для определения значений опорных реакций?
  36. Как проверить правильность определения опорных реакций?
  37. Какие внутренние усилия возникают в поперечных сечениях стержня в общем случае действия на него плоской системы сил?
  38. Что называют плоским (прямым) поперечным изгибом?
  39. Какие правила знаков приняты для каждого из внутренних усилий?
  40. Что представляет собой эпюры поперечных сил и изгибающих моментов?
  41. Как формулируется гипотеза плоских сечений?
  42. Что представляет собой нейтральная линия? Как она расположена в балке?
  43. Чему равна кривизна оси балки при чистом изгибе?
  44. Что называется жесткостью сечения при изгибе?
  45. По какой формуле определяются нормальные напряжения в поперечных сечениях балки при поперечном изгибе?
  46. В каких точках балки материал находится в линейном напряженном состоянии?
  47. Запишите закон Гука для линейного напряженного состояния.
  48. Что называется моментом сопротивления сечения при изгибе и какова его размерность?
  49. Какие перемещения получают поперечные сечения балок при изгибе?
  50. Что представляют собой уравнения метода начальных параметров и почему они так называются?
  51. Какие нагрузки называются статическими, и какие - динамическими?
  52. Какое явление называется ударом и результатом чего он является?
  53. Что называется динамическим коэффициентом при ударе? Как он определяется?
  54. Что положено в основу вывода формул для определения перемещений

при ударе?

55. Как определяется коэффициент динамичности с учетом массы системы?
56. Какие колебания называются свободными, и какие вынужденными?
57. Что называется частотой и периодом свободных колебаний. По каким формулам они определяются?
58. Как учитывается масса упругой системы при расчете на колебания?
59. Что представляет собой резонанс и в чем заключается его опасность?
60. Что такое период свободных колебаний и как он определяется.
61. Как определить логарифмический декремент затухания?
62. Каким образом можно снизить эффект от удара?
63. Объект и предмет изучения механики материалов. Прочность и жесткость. Реальный объект и расчетная схема.
64. Внешние и внутренние факторы. Линейная упругость. Закон Гука. Принцип неизменности начальных размеров. Идея метода сечений.
65. Растяжение как вид деформирования. Нормальные напряжения. Закон Гука при растяжении, модуль Юнга. Принцип Сен-Венана. Продольные и поперечные деформации.
66. Перемещения точек стержня при растяжении, жесткость при растяжении-сжатии. Понятие об эпюрах внутренних продольных сил. Напряжения в наклонных сечениях.
67. Диаграмма растяжения пластичной стали. Основные механические характеристики материала: предел пропорциональности; предел текучести; предел прочности. Замечание об истинной диаграмме растяжения.
68. Пластическое и хрупкое состояния материала. Диаграмма сжатия пластичной стали и чугуна. Коэффициент запаса прочности, условие прочности. Допускаемое напряжение.
69. Понятие статической неопределимости. Методика раскрытия статической неопределимости. Влияние изменения температуры и предварительного деформирования – температурные и монтажные напряжения.
70. Чистый сдвиг как вид деформирования. Закон Гука при сдвиге, модуль сдвига. Касательные напряжения. Угловые деформации. Перемещения точек стержня при сдвиге, жесткость при сдвиге.
71. Кручение как вид деформирования. Закон Гука при кручении. Касательные напряжения, полярный момент инерции сечения.
72. Перемещения точек стержня при кручении: полный и относительный углы закручивания, жесткость при кручении. Условие прочности и жесткости при кручении.
73. Статические моменты площади сечения. Определение центра тяжести сечения. Осевые, полярный и центробежный моменты инерции сечений. Понятие о главных и центральных осях сечения.
74. Моменты инерции простейших сечений. Зависимость между моментами инерции для параллельных осей. Главные оси и главные моменты инерции сечений.
75. 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.
76. Касательные напряжения при поперечном изгибе – формула Д. И. Журавского. Распределение касательных напряжений в стандартных профилях: прямоугольник, круг. Проверка прочности по касательным напряжениям.
  77. Основная идея теории напряженного состояния – общий случай нагружения элементарного объема. Понятие о тензоре напряжений. Равновесие элементарного параллелепипеда, закон парности касательных напряжений.
  78. Главные площадки и главные напряжения. Кубическое уравнение для определения главных напряжений. Типы напряженных состояний: линейное, плоское, объемное. Определение максимальных касательных напряжений.
  79. Плоское напряженное состояние. Напряжение на площадке общего положения в плоскости. Главные площадки и главные напряжения. Экстремальные касательные напряжения.
  80. 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.
  81. Коэффициент запаса, равноопасные состояния, эквивалентное напряжение. Эволюция развития теорий прочности.
  82. Теория максимальных касательных напряжений Треска-Сен-Венана и энергетическая теория Хубера-Мизеса. Экспериментальные обобщения Мора.
  83. Сложное сопротивление. Определение напряжений при неплоском изгибе, нейтральная линия. Внецентренное растяжение-сжатие. Определение напряжений, нейтральная линия при внецентренном растяжении-сжатии.
  84. Изгиб с кручением стержня круглого сечения. Условие прочности. Эквивалентные напряжения для изгиба с кручением.
  85. Устойчивость сжатых стержней. Стержни, сжатые продольными силами, формула Эйлера для критической силы. Зависимость критической силы от условий закрепления стержня.
  86. Понятие о потере устойчивости, при напряжениях, превышающих предел пропорциональности. Зависимость критического напряжения от гибкости стержня. Замечания о практических расчетах на устойчивость, условие устойчивости стержня.
  87. Прочность при циклически меняющихся напряжениях. Характеристики циклов. Экспериментальный подход, кривая усталости и предел выносливости. Диаграмма предельных амплитуд.
  88. Влияние различных факторов на прочность при циклическом нагружении. Коэффициент запаса при циклическом нагружении и его определение.

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 по изучаемой дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1	2	3	4
Детали машин	Механика	Нет _____О.Н.Шабловский	
Детали машин и основы конструирования	Механика	Нет _____О.Н.Шабловский	