

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММ

УТВЕРЖДАЮ /Н.П. Сютлов/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

02.02.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б.1.1.18 Прикладная механика

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки  
(специальность)

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Промышленная теплоэнергетика

Курс 2  
Семестр 4

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	144 / 4	часов/зачетных единиц
Лекции	18	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	36	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	54	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	54	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	4	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук	СМиПМ	СОГЛАСОВАНО	С.В. Шлычков
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра сопротивления материалов и прикладной механики

(наименование кафедры)	
26.01.2022	протокол № 3
(дата)	
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО
	С.П. Иванов
	(И.О. Фамилия)

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)  
кафедрой(ами).  
СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит  
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Фадеев Александр Алерьевич, технический директор-главный инженер  
Йошкар-Олинской ТЭЦ-2 Филиала Марий Эл и Чувашия ПАО "Т Плюс"  
Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 07.02.2022 г.  
Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

## Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.4 Демонстрирует знание основных законов механики конструкционных материалов, используемых в теплоэнергетике и теплотехнике	<b>знания:</b> Фундаментальные законы природы и основные физические законы в области механики, термодинамики. Классификацию материалов по назначению; вопросы выбора материалов и эффективности их использования; основные типы материалов, применяемых в конструкциях узлов и механизмов используемых в теплотехнике; <b>основные требования по экологичности и безопасности производства.</b> <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ОПК-4.3 Выполняет эскизы, чертежи и схемы в соответствии с требованиями стандартов с использованием средств автоматизации проектирования	<b>знания:</b> Требования стандартов для выполнения эскизов, чертежей и схем, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования <b>умения:</b> Выполнять эскизы, чертежи и схемы в соответствии с требованиями стандартов с использованием средств автоматизации проектирования <b>навыки:</b> Выполнения эскизов, чертежей и схем в соответствии с требованиями стандартов с использованием средств автоматизации проектирования

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Материаловедение, технология конструкционных материалов (ОПК-4), Информационные технологии (ОПК-4); практик: Учебная практика. Ознакомительная практика (ОПК-4)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-4)

## Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: дискуссионные, лекционные занятия, практические занятия, процедуры самообучения, тренинговые

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, информационные, классическая лекция

#### Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Основы механики деформируемого тела</b>	<b>108</b>	ОПК-4
Лекция. Основные понятия курса «Соппротивление материалов». Схематизация элементов конструкций и внешних нагрузок. Основные гипотезы о свойствах материала. Принципы курса. Метод сечений. Внутренние силы и внутренние силовые факторы.	2	
Практическое занятие. Метод сечений. Построение эпюр продольных сил и крутящих моментов для стержней.	4	
Лекция. Понятие о напряжении. Напряжение полное, нормальное и касательное. Напряженное состояние в точке. Связь внутренних силовых факторов с напряжениями. Перемещения и деформации (линейные, угловые). Деформированное состояние в точке.	2	
Практическое занятие. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении и сжатии статически определимых систем.	4	
Лекция. Растяжение и сжатие прямого стержня. Внутренние силы и напряжения в поперечном сечении стержня. Перемещения и деформации. Закон Гука. Потенциальная энергия деформации при растяжении- сжатии.	2	
Практическое занятие. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении и сжатии статически неопределимых систем.	4	
Лекция. Чистый сдвиг. Закон Гука при сдвиге. Удельная потенциальная энергия при сдвиге. Практические расчеты соединений, работающих на сдвиг.	2	
Практическое занятие. Расчеты на прочность и жесткость при кручении стержня стержня круглого поперечного сечения.	4	
Лекция. Кручение стержня круглого поперечного сечения. Вывод формулы для касательных напряжений. Определение взаимного угла поворота сечений. Потенциальная энергия при деформации кручение. Понятие о свободном и стесненном кручении стержня. Свободное кручение стержня прямоугольного сечения. Мембранная аналогия. Свободное кручение стержня открытого профиля. Свободное кручение стержня замкнутого профиля.	2	
Практическое занятие. Расчет касательных напряжений. Определение взаимного угла поворота сечений.	4	
Лекция. Статические моменты площади. Центр тяжести площади. Осевые и центробежный моменты инерции. Изменение моментов инерции при параллельном переносе осей координат. Зависимость моментов инерции сечения при повороте осей координат. Главные оси и главные моменты инерции. Моменты инерции сложных фигур. Радиус инерции.	2	
Практическое занятие. Определение геометрических	4	

характеристик плоских сечений.		
Лекция. Плоский поперечный изгиб стержня. Дифференциальные зависимости между внутренними силовыми факторами и интенсивностью внешней распределенной нагрузки при плоском поперечном изгибе.	2	
Практическое занятие. Построение эпюр. Расчет на прочность при плоском изгибе.	4	
Лекция. Чистый изгиб. Нормальные напряжения при чистом изгибе. Зависимость изменения кривизны оси стержня от изгибающего момента. Потенциальная энергия деформации при чистом изгибе. Нормальные напряжения при плоском поперечном изгибе стержня. Касательные напряжения (формула Д.И. Журавского).	2	
Практическое занятие. Расчеты на прочность и жесткость. Подбор размеров поперечного сечения.	4	
Лекция. Перемещения при плоском поперечном изгибе стержня. Дифференциальное уравнение упругой линии стержня. Интегрирование дифференциального уравнения и определение произвольных постоянных. Метод начальных параметров.	2	
Практическое занятие. Определение упругих перемещений при плоском изгибе балки	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, РГР 1. изучение лекционного материала; 2. выполнение расчетно-проектировочных заданий; 3. подготовка к текущему контролю: выполнение контрольной работы, защита выполненных РГР.	54	
Иная контактная работа:	0	
Подготовка к экзамену	30	
Проведение экзамена	6	

## Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины Прикладная механика рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. **Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине Прикладная механика, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом практического занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины Прикладная механика. Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины Прикладная механика, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая

обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины Прикладная механика, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам. Изучение дисциплины Прикладная механика включает выполнение расчетно-графических работ, контрольных работ. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Условия аттестации приведены в технологической карте, входящей в состав рабочей программы дисциплины Прикладная механика. Формой промежуточной аттестации по дисциплине Прикладная механика является экзамен.

## Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющихся в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Кудрявцев, Сергей Геннадьевич. Олимпиады по сопротивлению материалов [Текст] : задачи и решения : [учеб. пособие для студентов вузов по специальности 150301.65 "Динамика и прочность машин"] / С. Г. Кудрявцев. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2008. - 179, [1] с. ISBN 978-5-8158-0666-5. Экземпляры: всего 48.	48 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Kudrjavcev_Sbornik_zadach_po_olimpiade.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Kudrjavcev_Sbornik_zadach_po_olimpiade.pdf</a>
2.	Сопротивление материалов [Текст] : [сб. расчетно-проектировоч. заданий и метод. указания к их выполнению] / [сост. А. В. Андреев и др. ; под ред. Ю. А. Куликова]. Изд. 5-е, перераб. и доп. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2010. - 90 с. Экземпляры: всего 190.	188 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Andreev_soprotivlenie_materialov.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Andreev_soprotivlenie_materialov.pdf</a>
3.	Прикладная механика [Текст] : сборник расчетно-графических заданий / М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т"; под общ. ред. Е. А. Киртаева ; [сост.: А. В. Капустин и др.]. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2014. - 64 с. ISBN 978-5-8158-1432-5. Экземпляры: всего 79.	75 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Kapustin_prikladnaia_mexanika_2015.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Kapustin_prikladnaia_mexanika_2015.pdf</a>
4.	Куликов, Юрий Александрович. Сопротивление материалов [Текст] : курс лекций : учебное пособие / Ю. А. Куликов. Санкт-Петербург: Лань, 2017. - 268, [1] с. ISBN 978-5-8114-2449-8. Экземпляры: всего 60.	59

### 6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	153 (I)	ИЗМЕРИТЕЛЬН.СИСТЕМА СИИТ-3 (1), МАШИНА	Microsoft Office Standard, Комплект ПО

	5047 50-02 (1), МАШИНА РАЗРЫВНАЯ Р-5 (1), УН.ИСПЫТ МАШИНАГМС20 (1)	для решения основных пользовательских задач, Агент Dr.Web
--	--	---

## Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/ или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

## 7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

1. В результате испытания цилиндрического образца с площадью поперечного сечения  $100 \text{ мм}^2$  была получена диаграмма, представленная на рисунке. Предел текучести испытываемого материала равен ...

2. Эпюра крутящего момента имеет вид...

/p>

3. Наибольшая величина эквивалентного напряжения имеет место в точках...

/p>

4. Момент инерции двутаврового сечения имеет максимальное значение относительно оси...

/p>

5. Поперечная сила  $Q$ , действующая в сечении 1-1, равна ...

/p>

6. При известных величинах > нормальное напряжение в точке В поперечного сечения стержня равно ...

/span>

### Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. Силы внешние и внутренние. Метод сечений. Внутренние силовые факторы в поперечном сечении стержня.
2. Понятие о напряжении. Напряжение полное, нормальное и касательное. Напряженное состояние в точке. Выражение внутренних силовых факторов в сечении стержня через напряжения.
3. Перемещения и деформации. Деформации линейные и угловые. Деформированное состояние в точке.
4. Внутренние силы и напряжения в поперечном сечении прямого стержня при растяжении и сжатии. Гипотеза плоских сечений. Удлинения стержня и закон Гука. Потенциальная энергия



упругой деформации стержня при растяжении-сжатии.

5. Статически неопределимые стержневые системы, работающие на растяжение - сжатие. Температурные и монтажные напряжения.
6. Методы расчета строительных конструкций. Метод предельных состояний. Нормативное и расчетное сопротивление. Метод допускаемых напряжений. Коэффициент запаса. Метод разрушающих нагрузок.
7. Чистый сдвиг. Закон Гука при сдвиге. Удельная потенциальная энергия при сдвиге. Кручение стержня с круглым поперечным сечением. Расчеты на прочность и жесткость.
8. Статически неопределимые задачи при кручении. Потенциальная энергия упругой деформации стержня при кручении.
9. Кручение стержня с некруглым поперечным сечением. Чистое кручение тонкостенных стержней.
10. Статические моменты площади сечений. Центральные оси. Определение положения центра тяжести сечения.
11. Моменты инерции сечения. Зависимость между моментами инерции сечения при параллельном переносе осей.
12. Зависимость между моментами инерции при повороте осей. Главные оси и главные моменты инерции сечения. Понятие о радиусе инерции.
13. Изгиб. Внутренние силовые факторы в поперечном сечении стержня при плоском изгибе. Дифференциальные зависимости при плоском изгибе.
14. Нормальные напряжения в стержне при чистом изгибе. Потенциальная энергия упругой деформации стержня при чистом изгибе.
15. Напряжения в сечении стержня при плоском поперечном изгибе. Формула Д.И. Журавского.
16. Перемещения при изгибе. Дифференциальное уравнение упругой линии балки и его интегрирование.
17. Понятие напряженного состояния в точке. Тензор напряжений.
18. Определение напряжений на наклонной площадке. Условия на поверхности тела.
19. Исследование напряженного состояния в точке тела. Главные площадки и главные напряжения. Инварианты напряженного состояния. Три типа напряженных состояний.
20. Обобщенный закон Гука для анизотропного и изотропного тела.
21. Потенциальная энергия деформации в общем случае напряженного состояния. Удельная потенциальная энергия изменения объема и формы.
22. Плоское напряженное состояние. Определение нормального и касательного напряжений на наклонной площадке. Главные площадки и главные напряжения.
23. Вычисление величины главных напряжений и направлений главных площадок. Наибольшие касательные напряжения.
24. Критерии (теории) прочности и пластичности. Задачи теорий прочности. Критерии наибольших нормальных напряжений и наибольших относительных удлинений.
25. Критерий наибольших касательных напряжений и удельной потенциальной энергии

формоизменения. Теория прочности Мора

26. Косой изгиб. Определение напряжений и перемещений при косом изгибе стержня. Расчеты на прочность и жесткость.
27. Изгиб стержня при действии продольных и поперечных сил.
28. Внецентренное сжатие-растяжение стержня. Расчеты на прочность стержней при внецентренном сжатии. Ядро сечения.
29. Определение напряжений и проверка прочности круглого стержня при совместном действии деформаций изгиба и кручения.
30. Общий случай нагружения стержня прямоугольного сечения. Анализ напряженного состояния в опасных точках.
31. Потенциальная энергия стержня в общем случае нагружения.

Пример нулевого варианта билета для текущего контроля

1. В результате испытания цилиндрического образца с площадью поперечного сечения 100 мм<sup>2</sup> была получена диаграмма, представленная на рисунке. Предел текучести испытываемого материала равен ...

2. Эпюра крутящего момента имеет вид...

/span>

3. Наибольшая величина эквивалентного напряжения имеет место в точках...

/span>

4. Момент инерции двутаврового сечения имеет максимальное значение относительно оси...

/span>

An error has occurred while processing HtmlTextBox 'htmlTextBox3': The 'span' start tag on line 1 position 5729 does not match the end tag of 'p'. Line 1, position 5742.