

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Трехгорный технологический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ТТИ НИЯУ МИФИ)

УТВЕРЖДАЮ

Директор ТТИ НИЯУ МИФИ

_____ Т.И. Улитина

«31» _____ августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»

Направление подготовки: 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Профиль подготовки: Технология машиностроения

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Трехгорный
2021

1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Современная действительность требует ускорения научно-технического прогресса, повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции, снижения материалоемкости конструкции, повышения производительности, долговечности, надежности машин. Исключительная роль в обеспечении этого процесса принадлежит инженерам, конструкторам, машиностроителям. Значительная роль в формировании облика инженеров широкого профиля отводится дисциплинам профессионального цикла и, в частности, дисциплине «Прикладная механика (сопротивление материалов)». Создавая новую конструкцию, инженер назначает первоначальные размеры ее элементов, проводя прочностные расчеты методами сопротивления материалов. Дальнейший расчет конструкций, как правило, производится с помощью ЭВМ численными методами с использованием пакетов прикладных программ. Однако для анализа достоверности получаемых результатов используется сравнение с результатами расчетов по упрощенным моделям методами сопротивления материалов.

1.1 Цели дисциплины

Цели дисциплины «Прикладная механика (сопротивление материалов)» – обеспечение базы инженерной подготовки, теоретическая и практическая подготовка в области расчетов на прочность, жесткость и устойчивость, развитие инженерного мышления, приобретение знаний, необходимых для изучения последующих дисциплин.

1.2 Задачи дисциплины

Задачами дисциплины «Прикладная механика (сопротивление материалов)» являются овладение теоретическими основами и практическими методами расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций и машин, необходимыми как при изучении дальнейших дисциплин, так и в практической деятельности дипломированных бакалавров, ознакомление с современными подходами к расчету сложных систем, элементами рационального проектирования конструкций.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Прикладная механика (сопротивление материалов)» относится к базовой части профессионального цикла дисциплин учебного плана. (Б1.Б.19)

3 КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Общепрофессиональные и профессиональные компетенции

Освоение дисциплины «Теоретическая механика» направлено на формирование у обучающегося следующих компетенций:

общепрофессиональных (ОПК):

– Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью (ОПК-7);

профессиональных (ПК):

– Способен использовать различные методы испытаний физико-механических свойств, контроля технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий (ПК-6).

.2 Перечень результатов образования, формируемых дисциплиной, с указанием уровня их освоения

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать:

- требования нормативнотехнической документации, руководящих материалов, необходимых для разработки и оформления технической документации в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств;
- физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях производства и эксплуатации изделий из них под воздействием внешних факторов (нагрева, охлаждения, давления и т.д.), их влияние на структуру, а структуры – на свойства современных металлических и неметаллических материалов; основные методы исследования нагрузок, перемещений и

напряженнодеформированного состояния в элементах конструкций; методы проектных и проверочных расчетов; основные виды изнашивания и методы борьбы с ними; методы стандартных испытаний по определению физикомеханических свойств и технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий, стандартные методы их проектирования;

уметь:

- проводить поиск и анализ литературы для получения необходимой информации; применить требования стандартов, норм и правил для разработки технической документации в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств;
- оценивать и прогнозировать поведение материала и причин отказов продукции под воздействием на них различных эксплуатационных факторов; назначать соответствующую обработку для получения заданных структур и свойств, обеспечивающих надежность продукции; выбирать способы восстановления и упрочнения быстроизнашивающихся поверхностей деталей машин; методы стандартных испытаний по определению физикомеханических свойств и технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий, стандартные методы их проектирования;

владеть:

- навыками разработки технической документации, связанной с профессиональной деятельностью;
- навыками выбора методов стандартных испытаний по определению физикомеханических свойств и технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий.

3.3 Воспитательная работа

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
Естественнонаучный и общепрофессиональный модули		
Профессиональное и трудовое воспитание	- формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для: - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в

	<p>специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (B14)</p>	<p>обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач.</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов. <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "Экономика и управление производством", "Инновационная экономика и технологическое предпринимательство", "Правоведение" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение
	<p>- формирование психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии (B15)</p>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, потребности в достижении результата, понимания функциональных обязанностей и задач избранной профессиональной деятельности, чувства профессиональной ответственности через выполнение учебных, в том числе практических заданий, требующих строгого соблюдения правил техники безопасности и инструкций по работе с оборудованием в рамках лабораторного практикума.
<p>Интеллектуальное воспитание</p>	<p>- формирование культуры умственного труда (B11)</p>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.</p>

4 СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины во 2, 3 семестре составляет 7 зачетные единицы, 252 часов.

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Макс. балл за раздел
			Лекции	Лаб. работы	Прак. работы	Самост. работа			
Семестр 2									
1	Раздел 1	1-4	4	1	7	13	УО-2	Т1-4	10
2	Раздел 2	5-8	5	1	7	14	Т2-6	РГР-8	15
3	Раздел 3	9-12	5	2	7	13	Т3-10	Т4-12	15
4	Раздел 4	13-18	6	2	7	14	Т5-14	РГР-17	10
Итого			20	6	28	54			50
Дифф. зачет									50
Итого за семестр									100
Семестр 3									
1	Раздел 5	1-4	7	2	9	9	УО-2	Т1-4	10
2	Раздел 6	5-8	7	1	10	9	Т2-6	РГР-8	15
3	Раздел 7	9-12	7	2	9	9	Т3-10	Т4-12	15
4	Раздел 8	13-18	7	1	10	9	Т5-14	РГР-17	10
Итого			28	6	38	36			50
Экзамен			36						50
Итого за семестр									100

УО – устный опрос

Т – тест

ПО – письменный опрос

РГР – расчетно-графическая работа

4.1 Содержание лекций 2,3 семестр

Раздел 1

Основные понятия. Эпюры внутренних силовых факторов. Эпюры внутренних силовых факторов. Центральное растяжение и сжатие. Прямой изгиб стержня. Проблема обеспечения прочности и жесткости конструкций и основные направления ее решения. Курс “Механика: сопротивление материалов” как фундаментальная инженерная дисциплина, его связь с другими дисциплинами. Объекты расчета и их расчетные схемы. Гипотезы, принимаемые в курсе. Классификация изучаемых объектов. Основные допущения и принципы. Внешние силы и их классификация.

Метод сечений. Понятие о напряжении и его составляющих: нормальной и касательной. Статическая неопределимость задачи о распределении напряжений по сечению. Внутренние силовые факторы в поперечном сечении стержня. Виды нагружений стержня. Напряжения в поперечном сечении стержня. Закон плоских сечений. Понятие о местных напряжениях. Принцип Сен-Венана. Напряжения в наклонных сечениях. Теорема о взаимности (парности) касательных напряжений. Продольная и поперечная деформации стержня. Коэффициент Пуассона. Закон Гука. Модуль упругости. Определение удлинений. Потенциальная энергия деформации. Расчеты на прочность и жесткость. Условие прочности по наибольшим напряжениям. Коэффициент запаса прочности по разрушению и текучести. Нормированный и фактический коэффициенты запаса, допускаемое напряжение. Условие жесткости. Различные постановки задачи о расчете на прочность и на жесткость. Расчет статически определимых стержневых систем. Классификация видов изгиба. Прямой чистый изгиб. Закон плоских сечений. Зависимость между изгибающим моментом и кривизной изогнутого стержня. Жесткость стержня при изгибе. Нормальные напряжения при изгибе. Особенности прямого поперечного изгиба. Касательные напряжения при поперечном изгибе стержня. Определение напряжений для балок различного сечения. Условие прочности при прямом изгибе. Рациональная форма поперечного сечения балок, выполненных из пластичного и хрупкого материалов. Перемещения при изгибе. Дифференциальное уравнение упругой линии и его интегрирование для простых балок. Расчет балок на жесткость.

Раздел 2

Чистый сдвиг. Кручение стержня. Энергетический метод определения перемещений. Статически неопределимые системы. Метод сил. Чистый сдвиг. Исследование чистого сдвига путем испытания на кручение тонкостенной трубки. Закон Гука и механические характеристики материала при чистом сдвиге. Кручение стержня круглого поперечного сечения. Механизм деформирования – закон плоских сечений. Определение напряжения в поперечном сечении и углов поворота сечений. Потенциальная энергия деформации. Основные результаты теории чистого кручения стержня некруглого поперечного сечения. Расчет на прочность и на жесткость при кручении. Рациональная форма поперечного сечения. Работа внешних сил и потенциальная энергия деформации. Потенциальная энергия деформации при различных видах нагружения стержня. Потенциальная энергия деформации в общем случае нагружения стержня. Теорема о взаимности работ и взаимности перемещений. Интеграл перемещений Мора. Определение перемещений с помощью интеграла Мора. Определение перемещений по правилу Верещагина. Понятие о статически неопределимых системах. Степень статической неопределимости. Расчет статически неопределимых систем методом приравнивания перемещений. Расчет статически неопределимых систем методом сил. Этапы метода сил. Основная и эквивалентная системы. Канонические уравнения метода сил и их геометрический смысл. Определение коэффициентов канонических уравнений. Проверка правильности нахождения неизвестных усилий.

Раздел 3

Основы расчета за пределами упругости.

Понятие о предельном состоянии конструкции. Диаграммы деформирования и способы их схематизации. Особенности расчета за пределами упругости. Анализ поведения упругопластической конструкции в процессе ее пропорционального нагружения. График $\sigma_1=f(P)$. Характерные значения нагрузок (P_t и P_0). Предельное равновесие упруго - пластической конструкции. Чистый упруго - пластический изгиб прямого стержня. Характерные значения M_t и M_0 . Определение предельного момента M_0 для симметричных и несимметричных сечений. Пластический момент сопротивления. Поперечный упруго - пластический изгиб.

Понятие о пластическом шарнире. Упруго - пластическое кручение. Характерные значения T_t и T_o .

Раздел 4

Напряженное и деформированное состояние в точке тела. Устойчивость равновесия упругих систем. Компоненты напряженного состояния в точке тела. Определение напряжений в сечении общего положения. Понятие о главных сечениях, главных напряжениях и главных осях. Виды напряженных состояний. Определение главных напряжений и положения главных осей для элемента, у которого направление одной из главных осей и величина соответствующего главного напряжения известны. Напряжения в сечениях, параллельных главным осям. Круговая диаграмма напряжений О.Мора. Напряженное состояние при различных видах нагружения стержня. Компоненты деформированного состояния в точке тела. Объемная деформация. Главные оси деформации и главные деформации. Обобщенный закон Гука для изотропного тела. Потенциальная энергия деформации. Удельная потенциальная энергия изменения объема и удельная потенциальная энергия изменения формы. Понятие об устойчивых и неустойчивых формах равновесия. Устойчивость сжатых стержней. Задача и метод Эйлера. Влияние условий закрепления стержней на критическую силу. Обобщенная формула Эйлера и пределы ее применимости. Выбор материала и рациональные формы поперечных сечений сжатого стержня. Диаграмма критических напряжений. Расчет на прочность сжатых стержней с использованием коэффициентов уменьшения допускаемых напряжений.

4.2 Тематический план практических работ

2, 3 семестр

1. Метод сечений. Определение внутренних силовых факторов для консольного стержня, нагруженного сосредоточенными силами. Выдача расчетно-графической работы (РГЗ) № 1.
2. Построение эпюр при растяжении (сжатии) Построение эпюры нормальной силы для стержня, испытывающего растяжение или сжатие. Тестирование по внутренним силовым факторам и по дифференциально-интегральным зависимостям.

3. Построение эпюр при кручении. Построение эпюры крутящего момента для стержня, испытывающего кручение. Построение эпюр поперечной силы и изгибающего момента для простых случаев нагружения балки.
4. Построение эпюр для сложных балок. Построение эпюр поперечной силы и изгибающего момента для балок, нагруженных сосредоточенными и равномерно распределенными нагрузками. Тестирование по эпюрам для балок.
5. Расчеты при растяжении и сжатии. Расчет на прочность и на жесткость статически определимых стержневых систем при растяжении и сжатии. Тестирование по растяжению-сжатию.
6. Главные оси и главные моменты инерции. Определение положения главных осей и главных моментов инерции поперечных сечений стержня.
7. Защита расчетно-графической работы (РГР) №1. Выдача РГР №2.
8. Расчеты при изгибе. Расчеты на прочность балок, выполненных из пластического материала.
9. Расчеты при изгибе. Расчеты на прочность балок, выполненных из хрупкого материала. Тестирование по геометрическим характеристикам.
10. Расчеты при кручении. Расчеты на прочность и на жесткость при кручении стержней круглого, прямоугольного и тонкостенного поперечных сечений. Тестирование по кручению.
11. Контрольная работа по механическим испытаниям.
12. Защита расчетно-графической работы (РГР) № 2 .
13. Определение перемещений. Определение перемещений в стержневых системах энергетическим методом (непосредственное вычисление интеграла Мора). Выдача расчетно-графической работы (РГР) № 3.
14. Определение перемещений. Определение прогибов и углов поворота в балках по правилу Верещагина. Тестирование по перемножению эпюр.
15. Метод сил. Расчет статически неопределимых консольных балок по методу сил.
16. Метод сил. Расчет статически неопределимых многоопорных балок по методу сил.
17. Тестирование по статически неопределимым балкам.
18. Метод сил. Расчет статически неопределимых систем, работающих на растяжение или сжатие.

19. Пределное равновесие. Определение пластических моментов сопротивления симметричных и несимметричных сечений. Тестирование по пластическим моментам сопротивления
20. Пределное равновесие. Расчет статически неопределимых ферм по предельному равновесию
21. Пределное равновесие. Расчет статически неопределимых балок по предельному равновесию.
22. Защита расчетно-графической работы (РГР) № 3. Выдача РГЗ № 4.
23. Расчеты при косом изгибе. Определение напряжений и расчеты на прочность
24. Расчеты при внецентренном растяжении-сжатии. _Определение напряжений и расчеты на прочность
25. Сложное напряженное состояние. Определение величины и направления главных напряжений. Тестирование по компонентам напряженного состояния
26. Расчет стержня при сложном нагружении. Применение гипотез прочности и пластичности к расчету стержня круглого поперечного сечения. Тестирование по главным напряжениям.
27. Расчет стержня при сложном нагружении. Применение гипотез прочности и пластичности к расчету стержня прямоугольного поперечного сечения.
28. Устойчивость сжатых стержней. Расчет сжатых стержней на устойчивость. Тестирование по устойчивости.
29. Динамическая нагрузка. Расчет на прочность с учетом сил инерции.
30. Динамическая нагрузка. Расчет на удар по балансу энергии
31. Защита расчетно-графической работы (РГР) № 4

4.3 Самостоятельная работа студентов

2, 3 семестр

1. Изучение метода сечений. Вариант РГР № 1
2. РГР № 1, задача №1. Определение внутренних силовых факторов в нагруженном стержне.
3. РГР № 1, задача № 2. Построение эпюр нормальной силы. Подготовка к тестированию по внутренним силовым факторам и по дифференциально-интегральным зависимостям.
4. РГР № 1, задача №3. Построение эпюры крутящего момента.

5. РГР №1, задачи №№ 4,5. Построение эпюр поперечной силы и изгибающего момента для двухопорной и консольной балок. Подготовка к тестированию по эпюрам для балок.
6. РГР № 1, задача № 6. Построение эпюр внутренних силовых факторов для плоской рамы
7. Подготовка к тестированию по растяжению-сжатию.
8. Оформление РГР №1.
9. Подготовка к защите РГР № 1
- 10.РГР № 2, задача №10. Расчет на прочность стержневой конструкции.
- 11.РГР № 2, задача №11. Расчет на растяжение-сжатие консольного стержня переменного сечения. Подготовка к тестированию по геометрическим характеристикам
- 12.РГР № 2, задачи №№ 14,15. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов для балок из пластичного и хрупкого материала.
- 13.РГР № 2, задачи №№ 14,15. Расчеты на прочность. Подготовка к тестированию по кручению. Подготовка к лабораторной работе по испытанию на растяжение.
- 14.РГР № 2, задача № 12. Построение эпюр для консольного вала переменного сечения. Подготовка к лабораторным работам на сжатие и срез.
- 15.РГР № 2, задача № 12. Расчеты на прочность и на жесткость. Подготовка к контрольной работе по механическим испытаниям.
- 16.Оформление РГР № 2. Подготовка к защите РГЗ № 2.
- 17.Изучение энергетического метода определения перемещений, применение интеграла Мора. Вариант РГЗ №Р.
- 18.РГР №3, задача №21, определение степени статической неопределимости и выбор основной системы. Особенности применения правила Верещагина для определения перемещений. Подготовка к тестированию по перемножению эпюр.

- 19.РГР №3, задача №21, определение коэффициентов канонического уравнения.
Подготовка к построению эпюр изгибающих моментов для консольных и двухопорных балок.
- 20.РГР №3, задача №21, расчет на прочность по допускаемым напряжениям.
Подготовка к тестированию по статически неопределимым балкам.
- 21.Анализ статически неопределимых задач растяжения-сжатия. Раскрытие статической неопределимости в задаче №23 РГР №3, расчет на прочность по допускаемым напряжениям.
- 22.Изучение способа определения пластического момента сопротивления.
Подготовка к задачам и тестированию по пластическим моментам сопротивления
- 23.Изучение кинематического метода определения предельной нагрузки для ферм и балок. Расчет на прочность по предельному состоянию в задачах №№21,23 РГР №3.
- 24.Оформление РГР №3, подготовка к его защите.
- 25.Расчеты на прочность и жесткость при косом изгибе
26. Расчеты на прочность при внецентренном растяжении-сжатии
27. Изучение основ теории напряженного и деформированного состояния
28. Подготовка к тестированию по определению компонентов напряженного состояния
- 29.Построение эпюр внутренних силовых факторов в задачах №№ 17,18,20 РГР № 4.
- 30.Подготовка к тестированию по определению главных напряжений
- 31.Расчеты на прочность в задачах №№ 17,18,20 РГР № 4.
- 32.Подготовка к тестированию по устойчивости сжатых стержней
- 33.Проработка особенностей расчетов на динамическую нагрузку
- 34.Оформление РГР № 4, подготовка к его защите

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Учитывая требования ОС НИЯУ МИФИ ВО по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», реализация компетентного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Лекционные занятия проводятся с использованием интерактивных технологий. Многие практические занятия реализованы компьютерными технологиями.

6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Перечень оценочных средств, используемых для текущей аттестации

Код	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
T1	Тест №1	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Тестовые задания по темам
T2	Тест №2	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Тестовые задания по темам
T3	Тест №3	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Тестовые задания по темам
T4	Тест №4	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
T5	Тест №5	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий

T6	Тест №6	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
T7	Тест №7	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
T8	Тест №8	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
РГ31	Расчетно-графическое задание №1	Средство проверки умений применять полученные знания для решения расчетно-графических задач определенного типа по теме или разделу	Комплект расчетно-графических заданий по вариантам
РГ32	Расчетно-графическое задание №2		
РГ33	Расчетно-графическое задание №3		
РГ34	Расчетно-графическое задание №4		
УО1	Устный опрос №1	Средство проверки, полученных знаний по теме или разделу	Комплект вопросов по пройденным темам
УО2	Устный опрос №2		
УО3	Устный опрос №3		
ПО1	Письменный опрос №1	Средство проверки, полученных знаний по теме или разделу	Комплект вопросов по пройденным темам

Расшифровка компетенций через планируемые результаты обучения

Связь между формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения представлена в следующей таблице:

Код	Проектируемые результаты освоения дисциплины и индикаторы формирования компетенций			Средства и технологии оценки
	Знать (З)	Уметь (У)	Владеть (В)	
ОПК-7	31	У1	В1	Семестр 2, 3: РГ31, РГ32, РГ33, РГ34, Т1, Т2, Т3, Т4, Т5, Т6, Т7, Т8, УО1, УО2, Э
ПК-6	32	У2	В2	Семестр 2, 3: РГ31, РГ32, РГ33, РГ34, Т1, Т2, Т3, Т4, Т5, Т6, Т7, Т8, УО1, УО2, Э

Этапы формирования компетенций

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация
2, 3 семестр						
Раздел 1	Внутренние силовые факторы в стержневых системах. Растяжение и сжатие прямого стержня	ОПК-7 ПК-6	31,32, У1, У2, В1, В2	УО-2	РГ3-4	Экзамен
Раздел 2	Простые виды нагружения стержня. Сдвиг и кручение.	ОПК-7 ПК-6	31,32, У1, У2, В1, В2	Т-6	РГ3-8	
Раздел 3	Расчет статически неопределимых систем. Расчет с учетом пластических деформаций	ОПК-7 ПК-6	31,32, У1, У2, В1, В2	Т-10	Т-12	
Раздел 4	Расчеты при сложном нагружении. Расчеты на устойчивость и при динамическом нагружении.	ОПК-7 ПК-6	31,32, У1, У2, В1, В2	УО-14	КР-16	

РГР- Расчетно-графическая работа

Шкала оценки образовательных достижений

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Балл	Макс. балл– мин. балл
Т1	Тестовое задание №1	выставляется студенту, если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	5	5 – 3
		выставляется студенту, если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	4	
		выставляется студенту, если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	3	
		при ответе студента менее, чем на 60% вопросов тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе	<3	
Т2	Тестовое задание №2	выставляется студенту, если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	5	5 – 3
		выставляется студенту, если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	4	
		выставляется студенту, если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	3	
		при ответе студента менее, чем на 60% вопросов тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе	<3	
Т3	Тестовое задание №3	выставляется студенту, если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	5	5 – 3
		выставляется студенту, если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	4	
		выставляется студенту, если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	3	
		при ответе студента менее, чем на 60% вопросов тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе	<3	
Т4	Тестовое задание №4	выставляется студенту, если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	5	5 – 3
		выставляется студенту, если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	4	
		выставляется студенту, если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	3	
		при ответе студента менее, чем на 60% вопросов тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе	<3	
Т5	Тестовое задание №5	выставляется студенту, если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	5	5 – 3
		выставляется студенту, если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	4	
		выставляется студенту, если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	3	

		при ответе студента менее, чем на 60% вопросов тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе	<3	
Т6	Тестовое задание №6	выставляется студенту, если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	5	5 – 3
		выставляется студенту, если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	4	
		выставляется студенту, если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	3	
		при ответе студента менее, чем на 60% вопросов тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе	<3	
Т7	Тестовое задание №7	выставляется студенту, если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	5	5 – 3
		выставляется студенту, если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	4	
		выставляется студенту, если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	3	
		при ответе студента менее, чем на 60% вопросов тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе	<3	
Т8	Тестовое задание №8	выставляется студенту, если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	5	5 – 3
		выставляется студенту, если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	4	
		выставляется студенту, если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	3	
		при ответе студента менее, чем на 60% вопросов тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе	<3	
РГ31	Расчетно-графическая работа №1	выставляется студенту, если все сделано правильно	5	5 – 3
		выставляется студенту, если решение содержит ошибки	4	
		выставляется студенту, если решения содержат ошибки и было сдано не в срок	3	
		выставляется студенту, во всех остальных случаях	<3	
РГ32	Расчетно-графическая работа №2	выставляется студенту, если все сделано правильно	10	10 – 7
		выставляется студенту, если решение содержит ошибки	8	
		выставляется студенту, если решения содержат ошибки и было сдано не в срок	7	
		выставляется студенту, во всех остальных случаях	<7	
РГ33	Расчетно-графическая работа №3	выставляется студенту, если все сделано правильно	5	5 – 3
		выставляется студенту, если решение содержит ошибки	4	
		выставляется студенту, если решения содержат ошибки и было сдано не в срок	3	
		выставляется студенту, во всех остальных случаях	<3	

РГ34	Расчетно-графическая работа №4	выставляется студенту, если все сделано правильно	10	10 – 7
		выставляется студенту, если решение содержит ошибки	8	
		выставляется студенту, если решения содержат ошибки и было сдано не в срок	7	
		выставляется студенту, во всех остальных случаях	<7	
ЛР	Лабораторная работа №1, №2	выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, графики, вычисления и сделал выводы; - безошибочно оформил отчет; - соблюдал требования безопасности труда.	2	2-1
		работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы, или если в ходе проведения опыта и измерений были допущены следующие ошибки: - опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью, - или в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок (в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах т. д.), не принципиального для данной работы характера, но повлиявших на результат выполнения, - или работа выполнена не полностью, однако объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы.	1	
		- работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов, - или опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно, - или в ходе работы и в отчете обнаружилось в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к «3» баллам.	<1	
УО1	Устный опрос №1	выставляется студенту, если все ответы верные	5	5 – 3
		выставляется студенту, если ответы не точные	4	
		выставляется студенту, если ответил не на все вопросы	3	
		выставляется студенту, во всех остальных случаях	<3	
УО2	Устный опрос №2	выставляется студенту, если все ответы верные	5	5 – 3
		выставляется студенту, если ответы не точные	4	
		выставляется студенту, если ответил не на все вопросы	3	

		выставляется студенту, во всех остальных случаях	<3	
УОЗ	Устный опрос №3	выставляется студенту, если все ответы верные	5	5 – 3
		выставляется студенту, если ответы не точные	4	
		выставляется студенту, если ответил не на все вопросы	3	
		выставляется студенту, во всех остальных случаях	<3	
ПО1	Письменный опрос №1	выставляется студенту, если все ответы верные	5	5 – 3
		выставляется студенту, если ответы не точные	4	
		выставляется студенту, если ответил не на все вопросы	3	
		выставляется студенту, во всех остальных случаях	<3	
ЗО/Э	Зачет с оценкой/ Экзамен	выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на все дополнительные вопросы по курсу с незначительными неточностями, которые студент должен устранить в процессе беседы с преподавателем, в рамках которой он демонстрирует углубленное понимание предмета и владение ключевыми знаниями, умениями и навыками, предусмотренными данной дисциплиной	40-50	50 – 30
		выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на часть дополнительных вопросов по курсу с демонстрацией базовых знаний, умений и навыков, предусмотренных данной дисциплиной	35-39	
		выставляется студенту при написанных ответах на вопросы билета (допускается содержание некоторых неточностей) и демонстрации базовых знаний, умений и навыков по данной дисциплине	30-34	
		если студент не написал ответ хотя бы на один из вопросов билета и не может ответить на дополнительные компетентностно-ориентированные вопросы	<30	

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	
	60-64	E
2 – «неудовлетворительно»	Ниже 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

Оценка по 5-балльной шкале – оценка по ECTS	Сумма баллов за разделы	Требования к знаниям, умениям, владениям по дисциплине
«отлично» – A	90 ÷ 100	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
«хорошо» – D, C, B	70 ÷ 89	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
«удовлетворительно» – E, D	60 ÷ 69	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
«неудовлетворительно» – F	менее 60	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Вопросы к зачету с оценкой

1. Общие сведения
2. Объекты расчета и объектные схемы
3. Упрощенные геометрии реального объекта
4. Систематизация внешних сил. Основные допущения СМ. Внешние силы и их классификации.
5. Внутренние силы. Метод сечения. Напряжение и его составляющие. Внутренние силовые факторы сечения тела. Простые виды нагружения стержня.

Эпюры внутренних силовых факторов.

1. Дифференциально-интегральные зависимости между интенсивностью нагрузки и внутренними силовыми факторами при растяжении-сжатии и кручении.
2. Тоже при прямом изгибе.

3. Эпюры внутренних силовых факторов. Основные закономерности эпюр M и Q при изгибе.

Растяжение и сжатие. Сдвиг и кручение.

1. Напряжения в поперечных сечениях стержня. Равномерность распределения деформации по сечению (гипотеза плоских сечений) для областей стержня, удаленных от торцов .
2. Понятие о местных напряжениях. Принцип Сен-Венана.
3. Напряжения в наклонных сечениях. Закон парности (взаимности) касательных напряжений.
4. Продольная и поперечная деформация стержня.
5. Закон Гука при растяжении-сжатии. Модуль упругости и коэффициент поперечной деформации. Вычисление удлинений стержня.
6. Диаграммы растяжения и условных напряжений.
7. Механические характеристики материалов.
8. Особенности диаграммы деформирования различных материалов.
9. Закон разгрузки и повторного нагружения. Диаграмма истинных напряжений.
10. Испытание на сжатие. Механические свойства материалов при сжатии.
11. Характеристики пластических свойств материалов.
12. Коэффициент запаса прочности по разрушению и текучести. Нормированный фактический коэффициент запаса . Допускаемые напряжения.
13. Условия прочности и жесткости при растяжении-сжатии.
14. Различные постановки задачи о расчете на прочность (подбор сечений, нахождение допустимых нагрузок, проверочный расчет).
15. Чистый сдвиг. Исследование чистого сдвига путем кручения тонкостенной трубки. Диаграмма сдвига. Связь между упругими постоянными для изотропного тела.
16. Кручение прямого вала круглого поперечного сечения. Определение перемещений и напряжений в поперечном сечении.
17. Расчет на прочность и жесткость при кручении. Рациональные формы поперечного сечения вала, испытывающего кручение.

Геометрические характеристики поперечного сечения стержня. Изгиб прямого стержня.

1. Статические моменты площади и определение положения центра тяжести сечения. Моменты инерции.
2. Определение осевых моментов инерции простых сечений.
3. Изменение моментов инерции при параллельном переносе координатных осей. Изменение моментов инерции при повороте координатных осей.
4. Главные оси и главные моменты инерции.
5. Основные теоремы о моментах инерции.
6. Определение положения главных центральных осей и вычисление главных моментов инерции различных сечений.
7. Классификация видов изгибов. Прямой чистый изгиб. Определение кривизны изогнутой оси и напряжений в поперечном сечении стержня.
8. Особенности прямого поперечного изгиба. Распространение расчетных формул, выведенных для чистого изгиба, на поперечный изгиб.
9. Касательные напряжения при поперечном изгибе стержня. Эпюры касательных напряжений для балок различного сечения.
10. Условие прочности стержня при прямом изгибе.
11. Рациональные формы поперечного сечения балок, выполненных из пластичного и хрупкого материалов.

Вопросы к экзамену

1. Виды напряженного состояния. Теории (гипотезы) прочности и их применение.
2. Напряжения и деформации при плоском напряженном состоянии.
3. Обобщенный закон Гука.
4. Опытные данные о скручивании стержней круглого поперечного сечения.
5. Вывод формулы для касательных напряжений при кручении.
6. Напряжения и деформации при кручении. Вывод формулы.
7. Условия прочности и жесткости при кручении. Построение эпюр крутящего момента и углов закручивания.
8. Потенциальная энергия деформации при кручении.
9. Статически неопределимые системы. Расчет по допускаемым напряжениям и разрушающим нагрузкам.

10. Статически неопределимые системы. Простейшие виды систем растяжения - сжатия.
11. Статически неопределимые системы. Особенности работы статически неопределимых систем.
12. Геометрические характеристики плоских сечений. Главные оси и главные моменты инерции.
13. Изменение моментов инерции при повороте и параллельном переносе осей.
14. Геометрические характеристики простейших сечений. Вычисление главных центральных моментов инерции сложных фигур.
15. Определение внутренних силовых факторов при прямом поперечном изгибе.
16. Основные правила построения и контроля построения эпюр внутренних силовых факторов при прямом поперечном изгибе.
17. Нормальные напряжения при изгибе. Вывод формулы.
18. Условие прочности при изгибе по нормальным напряжениям
19. Касательные напряжения при поперечном изгибе.
20. Нормальные напряжения при изгибе.
21. Определение перемещений при изгибе методом начальных параметров.
22. Теоремы о взаимности работ и о взаимности перемещений.
23. Энергетические методы определения перемещений при изгибе. Интеграл Мора. Правила использования интеграла Мора для определения перемещений. Пример расчета.
24. Энергетические методы определения перемещений при изгибе. Способ Верещагина. Вывод формулы. Правила использования при определении перемещений. Пример расчета.
25. Косой изгиб. Условия прочности и жесткости.
26. Изгиб с кручением. Определение напряжений и условие прочности.
27. Внецентренное нагружение. Условия прочности. Ядро сечения.
28. Метод сил. Пример расчета (дважды статически неопределимая система).
29. Статически неопределимые системы. Определение перемещений. Пример.
30. Статически неопределимые системы. Особенности расчета неразрезных балок.
31. Устойчивость сжатых стержней. Определение критического усилия.
32. Вывод формулы Эйлера. Влияние способа закрепления концов стойки.
33. Практический метод расчета сжатых стержней на устойчивость.

34. Продольно - поперечный изгиб. Приближенный метод расчета.
35. Динамическое нагружение. Расчет элементов конструкций при известных силах инерции.
36. Динамическое нагружение. Удар.
37. Динамическое нагружение. Колебания упругих систем.
38. Переменные напряжения. Характеристики цикла напряжений.
39. Переменные напряжения. Диаграмма предельных амплитуд.
40. Переменные напряжения. Понятие о расчете на выносливость

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

1. Асадулина Е. Ю. Техническая механика: сопротивление материалов: учебник и практикум для вузов [Электронный ресурс] / Е. Ю. Асадулина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 265 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/492138>.
2. Атапин В. Г. Сопротивление материалов: учебник и практикум для вузов [Электронный ресурс] / В. Г. Атапин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 342 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/489177>.
3. Валишвили Н. В. Сопротивление материалов и конструкций: учебник для вузов [Электронный ресурс] / Н. В. Валишвили, С. С. Гаврюшин. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 429 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/489807>.

7.2 Дополнительная литература

1. Кривошапко С. Н. Сопротивление материалов: учебник и практикум для вузов [Электронный ресурс] / С. Н. Кривошапко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 397 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/488846>.

2. Степин П.А. Сопротивление материалов: учебник [Электронный ресурс] / П.А. Степин. – 13-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2021. – 320 с. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система Лань [сайт]. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168383>.

7.3 Периодические издания

1. ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ – Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=7719 - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.

2. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ – Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=28889 - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.

3. ИНСТРУМЕНТ. ТЕХНОЛОГИЯ. ОБОРУДОВАНИЕ – Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=9796 - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.

4. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8742 - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.

5. РАДИОЭЛЕКТРОНИКА. НАНОСИСТЕМЫ. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ - Режим доступа: https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=32094 – Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.

6. ТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ – Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=28006 - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.

7.4 Интернет-ресурсы

№	Наименование ресурса	Интернет-ссылка на ресурс
1	Электронная библиотечная система ЮРАЙТ	https://urait.ru/
2	Электронная библиотечная система «Лань» ООО "Издательство Лань"	e.lanbook.com
3	Электронная библиотечная система IPR BOOKS	https://www.iprbookshop.ru/
4	Электронная библиотечная система eLIBRARY ООО "РУНЭБ"	http://elibrary.ru
5	Научные полнотекстовые ресурсы издательства Springer (архив)	http://link.springer.com/

	Springer Customer Service Center GmbH, обеспечение доступа ФГБУ "ГПНТБ России"	
6	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, групповые и индивидуальные консультации, текущего контроля, промежуточной аттестации используются учебные аудитории, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду вуза.

ТТИ НИЯУ МИФИ обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Сведения о наличии оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий представлены на официальном сайте ТТИ НИЯУ МИФИ: <http://tti-mephi.ru/ttimephi/sveden/objects>