

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)

**КАФЕДРА
ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

УТВЕРЖДАЮ

Директор ТТИ НИЯУ МИФИ

_____ Т.И. Улитина

«26» _____ июня 2024 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
2024

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

	специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (B14)	обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач. - 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. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "Экономика и управление производством", "Инновационная экономика и технологическое предпринимательство", "Правоведение" для: - формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение
	- формирование психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии (B15)	Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля для: - 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.
Интеллектуальное воспитание	- формирование культуры умственного труда (B11)	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.

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)	Аттес- тация 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 $\sigma_i = f(P)$. 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.Предельное равновесие. Определение пластических моментов сопротивления симметричных и несимметричных сечений. Тестирование по пластическим моментам сопротивления
- 20.Предельное равновесие. Расчет статически неопределимых ферм по предельному равновесию
- 21.Предельное 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

Фонд оценочных средств позволяет оценить знания, умения, навыки и уровень приобретенных компетенций. Фонд оценочных средств по дисциплине включает:

- 6.1 Комплект заданий для текущего контроля успеваемости.
- 6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

1. Асадулина, Е. Ю. Сопротивление материалов : учебник для вузов / Е. Ю. Асадулина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 279 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02370-1. — URL : <https://urait.ru/bcode/562831>
2. Кривошапко, С. Н. Сопротивление материалов : учебник и практикум для вузов / С. Н. Кривошапко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 397 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00491-5. — URL : <https://urait.ru/bcode/559877>

3. Кривошапко, С. Н. Сопротивление материалов. Практикум : учебник для вузов / С. Н. Кривошапко, В. А. Копнов. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 353 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7117-0. — URL : <https://urait.ru/bcode/560793>

7.2 Дополнительная литература

1. Александров, А. В. Сопротивление материалов в 2 ч. Часть 1 : учебник и практикум для вузов / А. В. Александров, В. Д. Потапов, Б. П. Державин ; под редакцией А. В. Александрова. — 9-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 293 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01726-7. — URL : <https://urait.ru/bcode/560564>
2. Александров, А. В. Сопротивление материалов в 2 ч. Часть 2 : учебник и практикум для вузов / А. В. Александров, В. Д. Потапов, Б. П. Державин. — 9-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 273 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02162-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/562184>
3. Атапин, В. Г. Сопротивление материалов : учебник и практикум для вузов / В. Г. Атапин. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 438 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15962-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/560618>

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>