

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Степанов Павел Иванович

Должность: Руководитель Центра

Дата подписания: 27.02.2026 09:51:09

Уникальный программный ключ:

8c65c591e26b2d8e460927740cf752622aa3b295

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное

автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (НИЯУ МИФИ)

## **НОВОУРАЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

УТВЕРЖДЕНА

Ученым советом НТИ НИЯУ МИФИ

Протокол № 3 от 24.04.2023 г.

### **Рабочая программа учебной дисциплины**

### **«Соппротивление материалов»**

Направление подготовки	<i>15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств</i>
Профиль подготовки	<i>Технология машиностроения</i>
Квалификация (степень) выпускника	<i>Бакалавр</i>
Форма обучения	<i>Очная</i>

Новоуральск 2023

Курс	2	
Семестр	3	4
Трудоёмкость дисциплины, ЗЕТ	6	
	3	3
Трудоёмкость дисциплины, час	216	
	108	108
Аудиторные занятия, час	72	
	32	40
лекции	14	14
лабораторные работы	18	-
практические занятия	-	26
Самостоятельная работа, час	117	
	76	41
Форма итогового контроля	<i>Зачёт</i>	<i>Экзамен</i>
Контроль (подготовка к экзамену), час	-	27

Составитель: доцент кафедры ТМ, к.т.н., Лагуткин Станислав Владимирович

## Содержание

1. Цели освоения учебной дисциплины .....	4
2. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине и их соотношение с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	4
4. Структура и содержание учебной дисциплины .....	5
5. Самостоятельная работа студентов .....	7
6. Информационно-образовательные технологии .....	8
7. Средства для контроля и оценки .....	8
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины.....	9
9. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины.....	10
Приложение А Перечень экзаменационных вопросов.....	11

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями:

- Образовательного стандарта высшего образования НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (утвержден Ученым советом университета, протокол №18/03 от 31.05.2018 г., актуализирован Ученым советом университета, протокол №21/11 от 27.07.2021 г.);
- Компетентностной модели выпускника по направлению подготовки 15.03.05, профиль подготовки «Технология машиностроения» (утверждена 30.08.2021 г.).

## **1. Цели освоения учебной дисциплины**

Целью дисциплины является освоение основных законов расчета элементов конструкций при различных видах нагружения на прочность, жесткость и устойчивость.

## **2. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы**

Учебная дисциплина «Сопротивление материалов» относится к основной части профессионального модуля.

Дисциплина базируется на ряде курсов, в число которых входят:

- *физика* (статика: уравнения статического равновесия; кинематика: понятия скорость и ускорение точки, определение скоростей и ускорений; динамика: понятия силы, момента силы; работа, мощность, кинетическая и потенциальная энергия; моменты инерции тела относительно собственных и параллельных осей);
- *математика* (разделы дифференциального и интегрального исчисления);
- *теоретическая механика и теория машин и механизмов* (статическая определимость системы, статически неопределимые системы; понятия сил, реакций; учет сил инерций, сил трения; колебания систем и др.);
- *материаловедение* (марки сталей, чугунов, цветных металлов, определение твердости).

Одновременно, дисциплина является базовой для курса «Детали машин и основы конструирования» и других специальных курсов конструкторского направления.

Учебный курс рассчитан на два семестра.

*В 3 семестре* рассматриваются основы сопротивления материалов. Предусмотрены лекции, а также, запланировано выполнение домашних расчетных заданий и лабораторные работы. Все содержание делится на блоки, которые содержат учебные модули, относящихся к различным видам напряженного состояния. В первой части курса рассматриваются вопросы обеспечения прочности и жесткости конструкций.

*В 4 семестре* внимание уделяется расчетам конструкций, работающих в специфических условиях, например, статической неопределимости, при действии циклических и динамических нагрузок или сложном напряженном состоянии. По некоторым темам предусмотрено выполнение практических работ, а также, домашних заданий.

## **3. Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине и их соотношение с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Данная дисциплина участвует в формировании следующих компетенций, трудовых действий, необходимых знаний и умений, установленных требованиями профессиональных стандартов, принятых для реализации в компетентностной модели:

Компетенции	Требования профессионального стандарта	Планируемые результаты по компетенциям с учетом требований ПС
УКЕ-1. Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	<p><b>Необходимые знания:</b></p> <p>Сопротивление материалов в объеме выполняемой работы</p> <p><b>Необходимые умения:</b></p> <p>Составлять силовые расчетные схемы</p> <p>Производить силовые расчеты</p> <p>Производить прочностные расчеты</p>	<p><b>Знать:</b></p> <p>З1 – Основные методы исследования нагрузок, перемещений и напряженно-деформированного состояния в элементах конструкций, методы проектных и проверочных расчетов изделий.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>У1 – Составлять силовые расчетные схемы.</p> <p>У2 – Проектировать типовые элементы конструкций, выполнять их оценку по прочности, жесткости и другим критериям работоспособности.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>В1 – Навыками выбора материалов и назначения их обработки.</p>
ПК-6. Способен использовать различные методы испытаний физико-механических свойств, контроля технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий		
В21. Формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения		

#### 4. Структура и содержание учебной дисциплины

##### 4.1. Структура учебной дисциплины

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Всего	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Знания, умения, навыки	Форма контроля
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	СРС		
<i>3 семестр</i>									
1	Введение в курс	2	2					31, У1, У2, В1	-
2	Растяжение и сжатие	25	2	4			19		ДЗ1
3	Сдвиг. Кручение	29	2	8			19		ДЗ2, ДЗ3, ДЗ4
4	Напряженное и деформируемое состояние в точке	23	4				19		АКР1

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Всего	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Знания, умения, навыки	Форма контроля
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	СРС	Контроль		
5	Плоский прямой изгиб	29	4	6			19		ДЗ5, ДЗ6, АКР2	
<i>Итого</i>		<i>108</i>	<i>14</i>	<i>18</i>			<i>76</i>		<i>Зачет</i>	
<i>4 семестр</i>										
6	Сложное сопротивление	24	6		8		10		ДЗ7	
7	Статически неопределимые системы	20	4		6		10		ДЗ8	
8	Устойчивость сжатых стержней	20	4		6		10		ДЗ9	
9	Сопротивление динамическим и периодически меняющимся во времени нагрузкам	17	-		6		11		Тест	
<i>Итого</i>		<i>108</i>	<i>14</i>		<i>26</i>		<i>41</i>	<i>27</i>	<i>Экзамен</i>	
<b>Всего</b>		<b>216</b>	<b>28</b>	<b>18</b>	<b>26</b>		<b>117</b>	<b>27</b>		

#### 4.2. Содержание учебной дисциплины

№ п/п	Раздел	Содержание лекционных занятий	Часы
<i>3 семестр</i>			<i>14</i>
1	<i>Введение в курс</i>	Основные понятия, определения, допущения и принципы. Модели прочностной надежности. Внутренние силы и напряжения. Перемещения и деформации	2
2	<i>Растяжение и сжатие</i>	Продольная сила. Напряжения и деформации. Испытания конструкционных материалов на растяжение. Механические свойства материалов. Расчеты стержней на прочность и жесткость	2
3	<i>Сдвиг. Кручение</i>	Чистый сдвиг. Расчет на сдвиг (срез). Крутящий момент. Деформации и напряжения. Расчет на прочность при кручении. Расчет на жесткость при кручении	4
4	<i>Напряженное и деформируемое состояние в точке</i>	Напряженное состояние в точке. Главные площадки и главные напряжения. Виды напряженного состояния. Оценка прочности материала при сложном напряженном состоянии. Теории прочности Деформируемое состояние в точке. Связь между деформациями и напряжениями	4
5	<i>Плоский прямой изгиб</i>	Поперечная сила, изгибающий момент и их эпюры. Напряжения в поперечном сечении балки. Расчет балок на прочность. Перемещения при изгибе. Расчет балок на жесткость	2
<i>4 семестр</i>			<i>14</i>
6	<i>Сложное сопротивление</i>	Виды нагружения стержня. Пространственный и косой изгиб Изгиб с растяжением-сжатием. Изгиб с кручением	2

№ п/п	Раздел	Содержание лекционных занятий	Часы
7	<i>Статически неопределимые системы</i>	Определение перемещений с помощью интегралов Мора. Правило Верещагина. Статическая неопределимость. Степень статической неопределимости. Метод сил. Расчет простейших статически неопределимых систем	4
8	<i>Устойчивость сжатых стержней</i>	Устойчивое и неустойчивое упругое равновесие. Критическая сила. Критическое напряжение. Формула Эйлера для критической силы сжатого стержня и пределы ее применимости. Влияние условий закрепления концов стержня на величину критической силы. Устойчивость за пределом пропорциональности. Расчет сжатых стержней на устойчивость	4
9	<i>Сопротивление динамическим и периодически меняющимся во времени нагрузкам</i>	Расчеты на прочность с учетом сил инерции. Прочность при ударных нагрузках. Расчеты на прочность при колебаниях. Расчет на прочность при напряжениях, периодически меняющихся во времени	4
Всего			<b>28</b>

№ п/п	Темы лабораторных занятий (3 семестр)	Форма контроля	Часы
1	Статические испытания металлов на растяжение	Отчет	4
2	Испытание образцов на кручение	Отчет	4
3	Испытание на срез	Отчет	2
4	Проверка дифференциального уравнения изогнутой оси балки	Отчет	4
5	Испытания на ударный изгиб	Отчет	2
	Защита лабораторных работ		2
Итого			<b>18</b>

№ п/п	Темы практических занятий (4 семестр)	Часы
1	Расчет на прочность при растяжении и сжатии	2
2	Расчеты на срез, смятие	2
3	Определение геометрических характеристик сечений	4
4	Расчет на кручение	2
5	Расчет статически неопределимых систем при растяжении и сжатии	4
6	Расчет балок на изгиб	4
7	Определение перемещений при изгибе	4
8	Расчет на устойчивость	4
Итого		<b>26</b>

## 5. Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная работа студентов по учебной дисциплине регламентируется «Положением об организации самостоятельной работы студентов в НТИ НИЯУ МИФИ».

В 3 семестре структура затрат часов на самостоятельную работу студента следующая:

- Самостоятельное изучение материала в семестре – 40 часов;

- Выполнение индивидуальных заданий – 32 часа;
- Подготовка к зачету – 4 часа.

Итого – 76 часов

В 4 семестре структура затрат часов на самостоятельную работу студента следующая:

- Самостоятельное изучение материала в семестре – 27 часов;
- Выполнение индивидуальных заданий – 14 часов;

Итого – 41 час

№	Темы выполнения индивидуальных заданий	Часы
<i>3 семестр</i>		32
Д31	Растяжение и сжатие	4
Д32	Расчеты на срез, смятие	4
Д33	Геометрические характеристики поперечных сечений	6
Д34	Кручение	6
Д35	Расчет статически определимых балок на изгиб	6
Д36	Определение деформаций при изгибе	6
<i>4 семестр</i>		14
Д37	Расчет на прочность при совместном действии кручения и изгиба	4
Д38	Расчет статически неопределимых систем на растяжение и сжатие	6
Д39	Расчет стержней на устойчивость	4

Отчеты по лабораторным работам и индивидуальным заданиям оформляются на листах формата А4, включают в себя титульный лист, задание, решение. Если работа сделана неправильно или не соблюдены требования нормативных документов, она возвращается обратно на доработку с указанием ошибок.

## 6. Информационно-образовательные технологии

Рекомендации для преподавателя по использованию информационно-образовательных технологий содержатся в «Положении об организационных формах и технологиях образовательного процесса в НТИ НИЯУ МИФИ».

При реализации программы дисциплины «Сопротивление материалов» используются различные образовательные технологии. Аудиторные занятия (72 часа) проводятся в форме лекций, лабораторных и практических занятий.

В ходе выполнения практических работ студенты выполняют задания совместно с преподавателем, при этом у них формируются необходимые умения. Проведение лабораторных работ предполагает высокую степень самостоятельности при решении поставленной задачи. В результате у студента формируются практические навыки использования методов стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов.

Для повышения уровня подготовки студентов в течение семестра организуются консультации (как очные, так и онлайн на платформе ZOOM), во время которых проводится разъяснение сложных для понимания вопросов теоретического курса и практических задач, принимаются задолженности и контролируется ход выполнения самостоятельных работ.

## 7. Средства для контроля и оценки

Для оценки достижений студента используется балльно-рейтинговая система. Для текущей аттестации используются материалы фонда оценочных средств (ФОС).

Итоговый контроль освоения дисциплины в *3 семестре* проводится в форме зачета. Критериями для получения зачета являются:

- посещение не менее 85% лекционных занятий с предоставлением конспекта лекций по темам пропущенных занятий;
- успешное выполнение аудиторных контрольных работ (АКР);
- правильное выполнение индивидуальных домашних заданий (ДЗ), предусмотренных в данном семестре;
- выполнение всех лабораторных работ и их успешная защита.

Итоговый контроль освоения дисциплины в *4 семестре* проводится в форме экзамена.

К экзамену не допускаются студенты, не выполнившие все индивидуальные задания семестра.

Оценка *«отлично»* ставится за все качественно выполненные индивидуальные задания, полные ответы на теоретические вопросы в билете по курсу и решение двух задач.

Оценка *«хорошо»* ставится за все выполненные индивидуальные задания, достаточно полные ответы на теоретический вопрос курса, в принципе правильное решение двух задач.

Оценка *«удовлетворительно»* ставится за все качественно выполненные индивидуальные задания, за неполный ответ на теоретический вопрос билета по курсу и правильное решение хотя бы одной задачи.

Оценка *«неудовлетворительно»* ставится за неправильный ответ на теоретический вопрос и отсутствие решения задач.

Экзаменационные вопросы по курсу приведены в приложении.

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины**

### **8.1. Основная литература**

8.1.1 Сопротивление материалов в вопросах-ответах и сборник задач для самостоятельной работы с примерами их решений : учеб. пособие / А. Г. Схиртладзе [и др.]. - Старый Оскол : ТНТ, 2014. - 324 с. - Библиогр.: с. 321. - Рек. Федер. гос. бюджетным образов. учреждением высш. проф. образования.

8.1.2 Беляев, Н.М. Сборник задач по сопротивлению материалов / Н.М. Беляев, Л.К. Паршин, Б.Е. Мельников [и др.]. — СПб. : Лань, 2011. — 431 с. Электронный документ, точка доступа ЭБС «Лань».

8.1.3 Жуков, В.Г. Механика. Сопротивление материалов. — СПб. : Лань, 2012. — 415 с. Электронный документ, точка доступа ЭБС «Лань».

### **8.2. Дополнительная литература**

8.2.1 Сопротивление материалов : учеб. пособие / П. А. Павлов [и др.] ; под ред. Б. Е. Мельникова. - СПб.: Лань, 2003. – 528 с.

8.2.2 Степин П.А. Сопротивление материалов. – М.: Высшая школа, 1998. – 368 с.

8.2.3 Беляев Н.М. Сопротивление материалов. – М.: Наука, 1976. – 608 с.

8.2.4 Пирогов Е. Н. Сопротивление материалов: конспект лекций с примерами типичных расчетов – М.: Айрис-пресс, 2003. – 176 с.

8.2.5 Александров А.В., Потапов В.А., Державин Б.П. Сопротивление материалов. – М.: Высшая школа, 1995. – 560 с.

8.2.6 Дарков А.В., Шапиро Г.С. Сопротивление материалов. – М.: Высшая школа, 1989. – 624 с.

8.2.7 Беляев Н.М. Сборник задач по сопротивлению материалов. – М.: Наука, 1965.

8.2.8 Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. – М.: Наука, 1986. – 512 с.

### **8.3. Методическое обеспечение**

8.3.1 В.В. Шушерин. Программа и задания для самостоятельной работы по курсу «Сопротивление материалов» для студентов механических специальностей НГТИ. Новоуральск: НПИ, 2000. – 47 с.

8.3.2 В.В. Шушерин. Сборник примеров решения задач по сопротивлению материалов. Новоуральск: НПИ, 2000. – 33 с.

8.3.3 Рабочая программа курса «Сопротивление материалов» (находится в к.331, кафедра ТМ).

8.3.4 С.В. Лагуткин. Программа оценки деятельности студента на основе рейтинговой системы. Методические указания по применению рейтинговой системы оценки знаний по курсу «Сопротивление материалов» для студентов специальности 151001 «Технология машиностроения» очной формы обучения. Новоуральск: НГТИ, 2008. – 11 с.

### **8.4. Информационное обеспечение**

1. <https://nti.mephi.ru/>
2. ЭБС «Лань»
3. ЭБС «IPRbooks».
4. ЭБС IQ liv на 192.168.0.4

### **8.5 Перечень наглядных материалов, используемых при изучении курса**

8.5.1 Мерительный инструмент (лаб.008).

8.5.2 Коллекция реальных деталей, испытавших разрушение и пластические деформации по разным видам нагружения (лаб.008).

## **9. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

В процессе изучения курса студенты на лекциях получают раздаточный материал, представляющий собой выдержки основных справочных физико-механических характеристик материалов, а также, коэффициентов и номограмм, используемых при расчетах.

На лабораторных занятиях каждый студент получает методические указания по выполнению лабораторных работ. Подгруппа, состоящая из нескольких студентов, получает образец для проведения испытаний, а также, необходимый измерительный инструмент. Испытания образцов проводятся на следующем оборудовании, размещенном в специализированной лаборатории №008:

- Универсальная испытательная машина УММ-5;
- Испытательная машина К-50;
- Маятниковый копер МК-30А;
- Устройство для испытаний стержней на продольный изгиб;
- Эталонные балки (консольная и двухопорная) для определения деформаций;
- Консольная балка несимметричного сечения (со сменными элементами: тонкостенный швеллер и разрезанная вдоль труба).

## Приложение А

### Перечень экзаменационных вопросов по теоретической части курса «Сопротивление материалов»

1. Критерии работоспособности конструкций. Объекты, используемые в курсе изучения сопротивления материалов.
2. Допущения, принимаемые в курсе изучения сопротивления материалов.
3. Внешние силы (нагрузки) и их классификация.
4. Основные виды деформации и перемещения.
5. Внутренние силы. Метод РОЗУ.
6. Напряжения.
7. Понятие напряженного состояния.
8. Внутренние силы и их распределение при растяжении (сжатии).
9. Напряжения и деформации при растяжении (сжатии). Закон Гука.
10. Потенциальная энергия деформации при растяжении (сжатии).
11. Расчеты на прочность при растяжении (сжатии). Виды задач.
12. Построение эпюр продольных сил, напряжений и деформаций.
13. Опытное изучение свойств материалов при растяжении (сжатии).
14. Диаграмма растяжения и основные характеристики прочности пластичных материалов.
15. Основные характеристики пластичности.
16. Диаграмма растяжения хрупких материалов.
17. Диаграммы сжатия пластичных и хрупких материалов.
18. Предельные состояния для пластичных и хрупких материалов.
19. Понятие запаса прочности.
20. Определение допустимых напряжений при растяжении (сжатии).
21. Принцип равнопрочности при проектировании конструкций.
22. Деформация сдвига: внутренние силы, напряжения, деформации.
23. Закон Гука и потенциальная энергия деформации сдвига.
24. Расчет на прочность заклепочного соединения.
25. Расчет на прочность сварного соединения.
26. Статический момент сечения.
27. Моменты инерции сечения.
28. Изменение моментов инерций при переносе осей.
29. Изменение моментов инерций при повороте осей.
30. Главные оси и моменты инерции сечения.
31. Кручение прямого стержня круглого поперечного сечения.
32. Деформации при кручении. Закон Гука.
33. Напряжения и потенциальная энергия при деформации кручения.
34. Условие статической прочности вала. Виды задач.
35. Закон Гука. Условие жесткости вала при кручении.
36. Построение эпюр крутящих моментов, напряжений и углов закручивания для стержней, нагруженных внешними вращающимися моментами.
37. Внешние силы, вызывающие деформацию изгиба. Виды изгиба.
38. Определение опорных реакций. Правила знаков при построении эпюр.
39. Чистый прямой изгиб. Условия деформации.
40. Напряжения, деформации, потенциальная энергия при чистом прямом изгибе.

41. Расчет пластичных материалов на прочность при чистом прямом изгибе.
42. Расчет хрупких материалов на прочность при чистом прямом изгибе.
43. Внутренние силы, деформации, напряжения при поперечном изгибе.
44. Расчеты балки на прочность при поперечном изгибе.
45. Гипотезы прочности при поперечном изгибе (выбор опасных направлений).
46. Балки равного сопротивления.
47. Статически неопределимые системы.
48. Применение уравнений совместности перемещений при расчете статически неопределимых систем.
49. Линейные и угловые перемещения балок при изгибе. Правило знаков.
50. Деформация при изгибе: дифференциальное уравнение изогнутой оси балки.
51. Определение перемещений при изгибе методом начальных параметров. Универсальные уравнения.
52. Условия применения метода начальных параметров для определения перемещений при изгибе.
53. Работа при деформации.
54. Определение перемещений методом Мора.
55. Вывод метода Мора для определения линейных перемещений.
56. Вывод метода Мора для определения угловых перемещений.
57. Графическое вычисление интеграла Мора. Правила Верещагина.
58. Статически неопределимые системы при изгибе (балки, рамы). Понятие связей.
59. Применение метода сил при расчете статически неопределимых систем.
60. Система канонических уравнений, используемая при расчете статически неопределимых систем.
61. Основные виды сложной деформации.
62. Сложная деформация: случай косоугольного изгиба.
63. Внутренние силы и напряжения при косоугольном изгибе.
64. Нейтральная ось сечения при косоугольном изгибе.
65. Прогиб свободного конца балки в случае косоугольного изгиба.
66. Сложная деформация: случай изгиба с растяжением (сжатием).
67. Внутренние силы и напряжения при внецентренном растяжении (сжатии).
68. Нейтральная ось сечения при внецентренном растяжении (сжатии).
69. Кручение с изгибом. Внутренние силы и напряжения.
70. Расчеты на прочность при кручении с изгибом.
71. Выбор направлений разрушения при кручении с изгибом.
72. Понятие устойчивости сжатых стержней.
73. Критическая сила для стержня с шарнирным концом при расчете на устойчивость. Формула Эйлера.
74. Влияние способа закрепления стержня на  $R_{кр}$  при расчете на устойчивость.
75. Критические напряжения при расчете на устойчивость. Понятие гибкости стержней.
76. Влияние различных факторов на устойчивость сжатого стержня.
77. Расчеты на устойчивость сжатых стержней.
78. Подбор сечений при расчете стержней на устойчивость.
79. Понятие тонкостенных сосудов. Формула Лапласа.
80. Расчет тонкостенного цилиндрического сосуда.
81. Расчет тонкостенного сферического сосуда.
82. Расчет тонкостенного конического сосуда.