

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Механико-математический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан механико-математического  
факультета

Захаров А.М.

"21" июня 2023 г.

Рабочая программа дисциплины

ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА

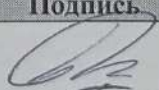

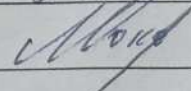
Направление подготовки бакалавриата  
18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки бакалавриата  
Химическая технология природных энергоносителей  
и углеродных материалов

Квалификация (степень) выпускника  
Бакалавр

Форма обучения  
очная

Саратов,  
2023

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Полиенко А.В.		21.06.23
Председатель НМК	Тышкевич С.В.		21.06.23
Заведующий кафедрой	Коссович Л.Ю.		21.06.23
Специалист Учебного управления			

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Прикладная механика» является знакомство студентов второго курса бакалавриата Института химии направления подготовки 18.03.01 «Химическая технология» с основными понятиями и методами статики, кинематики, расчетами на прочность и жесткость упругих тел для компетентного использования при расчетах механизмов и деталей химических и нефтехимических производств и профессионального самоопределения личности.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Прикладная механика» включена в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» ООП бакалавриата по направлению 18.03.01 «Химическая технология», профилю подготовки «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов» и относится к дисциплинам Б1.О.14. Всего на ее изучение отводится 108 часов (52 часа аудиторной работы и 56 часов СРС). В соответствии с учебным планом занятия проводятся в 3 семестре.

Дисциплина «Прикладная механика» связана с дисциплинами: «Математика», «Физика», в результате изучения которых обучаемый должен знать теоретические основы аналитической геометрии, дифференциального и интегрального исчисления, методов алгебры, дифференциальных уравнений, основные законы и методы теоретической механики. Студент должен уметь дифференцировать, интегрировать, решать системы линейных и нелинейных уравнений, аналитически решать простейшие обыкновенные дифференциальные уравнения, производить операции над векторами.

Знания и умения, полученные студентами при изучении дисциплины «Прикладная механика» используются в дисциплинах профессионального цикла: «Процессы и аппараты химической технологии», а также при прохождении учебных практик, выполнении выпускной бакалаврской работы, а также в профессиональной деятельности.

## 3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
<b>ОПК-5.</b> Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные	<b>ОПК-5.1.</b> Проводит экспериментальные исследования и испытания по стандартным методикам	<b>Знать:</b> основополагающие понятия и методы статики, кинематики, расчетов на прочность и жесткость упругих тел; порядок расчета деталей химической промышленности; основные гипотезы теории сопротивления материалов; основные понятия механики деформируемых сред;

		<p>основные прочностные характеристики конструкционных материалов; основные методы определения прочностных характеристик конструкционных материалов.</p> <p><b>Уметь:</b> применять основные понятия и методы при проведении экспериментальных исследований и испытаний по стандартным методикам.</p> <p><b>Владеть:</b> способностью к использованию основных понятий и методов при проведении экспериментальных исследований и испытаний по стандартным методикам.</p>
	<p><b>ОПК-5.2.</b> Соблюдает требования техники безопасности при наблюдении и проведении измерений в экспериментальных исследованиях.</p>	<p><b>Знать:</b> основополагающие понятия и методы статики, кинематики, расчетов на прочность и жесткость упругих тел; порядок расчета деталей химической промышленности; основные гипотезы теории сопротивления материалов; основные понятия механики деформируемых сред; основные прочностные характеристики конструкционных материалов; основные методы определения прочностных характеристик конструкционных материалов.</p> <p><b>Уметь:</b> соблюдать требования при наблюдении и проведении измерений в экспериментальных исследованиях.</p> <p><b>Владеть:</b> способностью к умению соблюдать требования техники безопасности при наблюдении и проведении измерений в экспериментальных</p>

	<p><b>ОПК-5.3.</b> Использует современные технологии сбора, анализа и обработки экспериментальных данных.</p>	<p>исследованиях.</p> <p><b>Знать:</b> основополагающие понятия и методы статики, кинематики, расчетов на прочность и жесткость упругих тел; порядок расчета деталей химической промышленности; основные гипотезы теории сопротивления материалов; основные понятия механики деформируемых сред; основные прочностные характеристики конструкционных материалов; основные методы определения прочностных характеристик конструкционных материалов.</p> <p><b>Уметь:</b> использовать основные современные технологии сбора, анализа и обработки экспериментальных данных.</p> <p><b>Владеть:</b> способностью использовать основные современные технологии сбора, анализа и обработки экспериментальных данных при анализе результатов.</p>
--	---	---

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Прикладная механика»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	СР	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Введение	3	1	2				5	
2.	Раздел 1. Основы статики и кинематики абсолютно твердого тела	3	2-3	2		2		5	устный опрос
3.	Раздел 2. Осевое растяжение/сжатие стержней	3	4-5	2		2		7	устный опрос
4.	Раздел 3. Сложное напряженное состояние	3	6-7	4		2		5	устный опрос
5.	Раздел 4. Деформация сдвига и кручения	3	8	4		2		5	устный опрос
6.	Раздел 5. Деформация изгиба	3	9-10	4		2		7	устный опрос
7.	Раздел 6. Сложное сопротивление	3	11-12	4		2		5	устный опрос
8.	Раздел 7. Прочность при изменяющихся напряжениях	3	13-14	4		2		5	устный опрос
9.	Раздел 8. Общие вопросы проектирования деталей машин	3	15-16	4		2		5	устный опрос
10.	Раздел 9. Расчет основных деталей химического оборудования	3	17-18	4		2		7	устный опрос
		<b>3</b>							<b>зачёт</b>
	<b>Всего</b>			<b>34</b>		<b>18</b>		<b>56</b>	

#### Содержание дисциплины

##### Введение

Прикладная механика: предмет и его место в инженерных расчетах. Основные разделы механики: статика, кинематика, динамика. Задачи и объекты исследования сопротивления материалов. Характеристики напряженно-деформируемого состояния. Простые деформации, сложное напряженное состояние (сложное сопротивление). Классификация машин и механизмов. Классификация деталей машин и механизмов.

##### Раздел 1. Основы статики и кинематики абсолютно твердого тела

Понятие силы и момента относительно точки, оси. Связи и реакции связей. Трение и связи с трением. Метод сечений. Условия равновесия твердого тела. Скорость и ускорение. Определение скоростей и ускорений точки и твердого тела при поступательном, вращательном и плоскопараллельном движении тела. Моменты инерции простейших тел и плоских фигур. Методы кинематического анализа механизмов.

## **Раздел 2. Осевое растяжение/сжатие стержней**

Растяжение стержня постоянного поперечного сечения, напряжения и деформации, закон Гука, напряжения на наклонных площадках. Основные результаты экспериментов по растяжению стержня постоянного сечения. Диаграммы растяжений для пластического и хрупкого материалов. Расчет растянутого стержня на прочность и жесткость. Потенциальная энергия растянутого стержня, упругий потенциал.

Осевое сжатие стержня переменного сечения: напряжения и деформации. Особенности поведения сжатого стержня за пределом упругости.

## **Раздел 3. Сложное напряженное состояние**

Сложное напряженное состояние. Теории прочности. Растяжение тонкой пластинки по двум направлениям, обобщенный закон Гука. Общий случай плоского напряженного состояния: определение напряжений на наклонной площадке, главные площадки и главные напряжения. Некоторые сведения из теории пространственного напряженно-деформированного состояния. Основные теории прочности.

## **Раздел 4. Деформация сдвига и кручения**

Деформация чистого сдвига. Деформация кручения круглого стержня (теория Кулона): гипотезы, формулы для напряжений и деформаций. Главные площадки и главные напряжения в скручиваемом стержне. Упругий потенциал, расчет на прочность и жесткость. Некоторые статически неопределимые задачи на кручение. Некоторые сведения о строгой теории кручения Сен-Венана.

## **Раздел 5. Деформация изгиба**

Плоский изгиб прямого стержня. Изгибающий момент и перерезывающая сила, их эпюры. Нормальное и касательное напряжения. Расчет на прочность изогнутого стержня.

Дифференциальное уравнение изогнутой оси при плоском изгибе, граничные условия. Аналитический метод определений деформаций.

## **Раздел 6. Сложное сопротивление**

Внецентренное сжатие стержня, ядро сечения, определение ядра сечения для круглого и прямоугольного сечения. Косой изгиб стержня, определение напряжений и деформаций. Изгиб с кручением, расчет на прочность.

## **Раздел 7. Прочность при изменяющихся напряжениях**

Усталость. Кривые усталости и предел выносливости. Расчет по несущей способности. Расчет движущихся с ускорением элементов конструкций. Удар. Прочность при ударе.

## **Раздел 8. Общие вопросы проектирования деталей машин**

Классификация механизмов, узлов и деталей. Основы проектирования механизмов, стадии разработки. Требования к деталям, критерии работоспособности и влияющие на них факторы.

## **Раздел 9. Расчет основных деталей химического оборудования**

Соединения деталей: резьбовые, заклепочные, сварные, паяные, клеевые, клеммовые, шпоночные, зубчатые, прессовые. Расчет соединений. Механические передачи: зубчатые, рычажные, фрикционные, ременные, цепные, винтовые. Расчеты передач на прочность; планетарные передачи; волновые передачи. Валы и оси, конструкция и расчеты на прочность и жесткость. Подшипники качения и скольжения, выбор и расчеты на прочность. Уплотнительные устройства. Конструкции подшипниковых узлов. Упругие элементы. Муфты механических приводов. Корпусные детали механизмов.

## **5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины**

В соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению 18.03.01 «Химическая технология» для реализации компетентного подхода в учебном процессе применяются следующие образовательные технологии:

1) при проведении лекционных занятий: информационные лекции, проблемные лекции, лекции беседы, лекции дискуссии, лекции с заранее запланированными ошибками;

2) при проведении практических занятий: традиционные занятия, занятия исследования, проблемные ситуации, ситуации с ошибкой;

3) при организации самостоятельной работы студентов: поиск и обработка информации, в том числе с использованием информационно-телекоммуникационных технологий; исследование проблемной ситуации; постановка и решение задач из предметной области; отработка навыков применения стандартных методов к решению задач предметной области.

Практические занятия предусматривают широкое использование активных форм проведения занятий с разбором конкретных ситуаций.

Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу студентов и руководство этой работой со стороны преподавателей. Формы текущего контроля: устный опрос по темам курса.

В учебном процессе при реализации компетентного подхода используются активные и интерактивные формы проведения занятий: метод поиска быстрых решений в группе, мозговой штурм, учебные групповые дискуссии.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуального обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения, проведение дополнительных индивидуальных консультаций по изучаемым теоретическим вопросам и практическим занятиям, оказание помощи при подготовке к промежуточной аттестации. Подготовка, при необходимости, учебных и контрольно-измерительных материалов в формах, доступных для изучения студентами с особыми образовательными потребностями (для студентов с нарушениями зрения учебные материалы подготавливаются с

применением укрупненного шрифта, используются аудиозаписи занятий; для студентов с нарушением слуха предоставляются электронные лекции, печатные раздаточные материалы с заданиями для самостоятельной работы).

При необходимости, для подготовки к ответу на практическом занятии, студентам с инвалидностью и студентам с ограниченными возможностями здоровья среднее время увеличивается в 1,5–2 раза по сравнению со средним временем подготовки обычного студента.

Для студентов с инвалидностью или с ограниченными возможностями здоровья форма промежуточной аттестации устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). Промежуточная аттестация по дисциплине может проводиться в несколько этапов в форме рубежного контроля по завершению изучения отдельных тем дисциплины.

#### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Прикладная механика»**

**Самостоятельная внеаудиторная работа** студентов проводится в форме изучения и анализа лекционного материала, изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе, подбора дополнительных источников для извлечения научно-технической информации, связанной с проблемами, изучаемыми в рамках данной дисциплины и самостоятельного решения задач с дальнейшим их разбором или обсуждением на аудиторных занятиях, подготовки к промежуточной аттестации.

**Самостоятельная аудиторная работа** студентов проводится в форме самостоятельного решения задач на практических занятиях с дальнейшим их разбором и обсуждением; выполнения контрольных работ; поиска решений проблемных ситуаций, предложенных на лекциях и практических занятиях; поиска и устранения ошибок, заложенных в представлении материала преподавателем и допущенных другими студентами.

**Текущий контроль** усвоения дисциплины «Прикладная механика» проводится в качестве опроса обучаемых и контрольных работ.

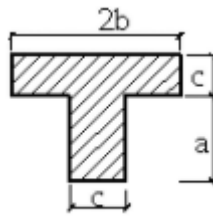
#### **Примерные варианты контрольной работы**

Тема «Геометрические характеристики плоских сечений»

##### **Вариант 1**

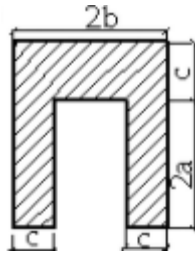
Определить центр тяжести фигуры, осевые моменты инерции для фигуры, изображенной на рисунке





### Вариант 2

Определить центр тяжести фигуры, осевые моменты инерции для фигуры, изображенной на рисунке

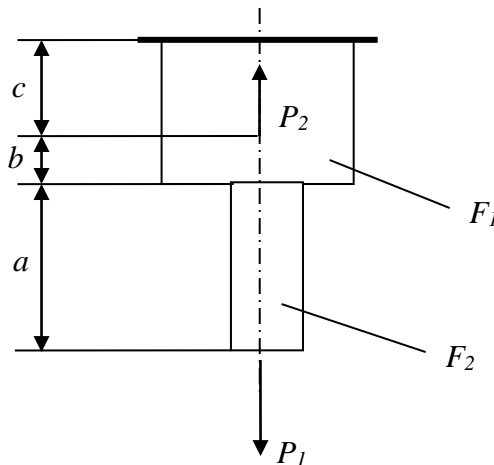


Тема «Статически определимые задачи на растяжение и сжатие»

### Вариант 1

1. Для изображенного на рисунке стального бруса требуется:

- а) Построить по длине бруса эпюры продольных усилий, нормальных напряжений и перемещений поперечных усилий.
- б) Определить удлинение (укорочение) бруса.
- в) Вычислить коэффициент запаса прочности.



Принять в задаче  $a=0.3$  м,  $b=0.4$  м,  $c=0.6$  м,  $F_1=8.5$  см<sup>2</sup>,  $F_2=7$  см<sup>2</sup>,  $P_1=70$  кН,  $P_2=40$  кН.

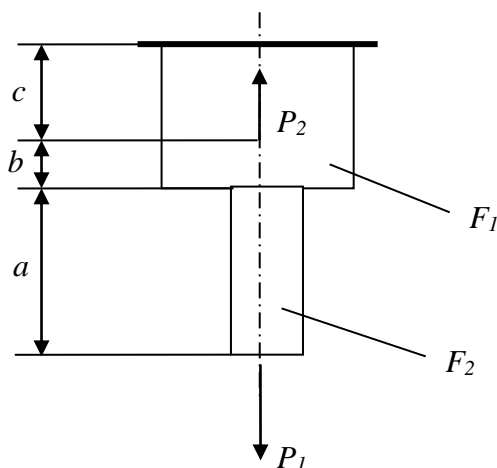
### Вариант 2

1. Стальной стержень переменного сечения жестко закреплен верхним концом и нагружен силой  $P_1$ . Между нижним его концом и неподатливой опорой до нагружения имеется зазор  $\Delta=10^{-5}c$ . Требуется:

а) выяснить, перекроется ли зазор  $\Delta$  в данной системе (если зазор не перекрывается, то принять  $\Delta=0$ ).

б) Построить эпюру продольных сил и нормальных напряжений.

в) Оценить прочность заданной системы при  $[\sigma]=160$  МПа.



Принять в задаче  $a=0.3$  м,  $b=0.4$  м,  $c=0.6$  м,  $F_1=8.5$  см<sup>2</sup>,  $F_2=7$  см<sup>2</sup>,  $P_1=70$  кН,  $P_2=40$  кН.

### Список вопросов к устному зачету

1. Прикладная механика: предмет и его место в инженерных расчетах.
2. Характеристики напряженно-деформируемого состояния.
3. Классификация машин и механизмов.
4. Классификация деталей машин и механизмов.
5. Понятие силы и момента относительно точки, оси.
6. Связи и реакции связей.
7. Трение и связи с трением.
8. Условия равновесия твердого тела.
9. Скорость и ускорение.
10. Моменты инерции простейших тел и плоских фигур.
11. Методы кинематического анализа механизмов.
12. Растяжение стержня постоянного поперечного сечения.
13. Диаграммы растяжений для пластического и хрупкого материалов.
14. Потенциальная энергия растянутого стержня, упругий потенциал.
15. Осевое сжатие стержня переменного сечения.
16. Статически неопределенные задачи на растяжение-сжатие.
17. Теории прочности.
18. Обобщенный закон Гука.
19. Главные площадки и главные напряжения.

20. Основные теории прочности.
21. Деформация чистого сдвига.
22. Деформация кручения круглого стержня (теория Кулона).
23. Главные площадки и главные напряжения в скручиваемом стержне.
24. Статически неопределимые задачи на кручение.
25. Плоский изгиб прямого стержня.
26. Изгибающий момент и перерезывающая сила.
27. Нормальное и касательное напряжения.
28. Дифференциальное уравнение изогнутой оси при плоском изгибе.
29. Аналитический метод определений деформаций.
30. Внецентренное сжатие стержня.
31. Косой изгиб стержня, определение напряжений и деформаций.
32. Изгиб с кручением.
33. Усталость.
34. Кривые усталости и предел выносливости.
35. Удар.
36. Прочность при ударе.
37. Классификация механизмов, узлов и деталей.
38. Основы проектирования механизмов, стадии разработки.
39. Соединения деталей.
40. Механические передачи.
41. Валы и оси.
42. Подшипники качения и скольжения.
43. Упругие элементы.
44. Муфты механических приводов.
45. Корпусные детали механизмов.

## 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация (зачет)	Итого
3	20	0	20	20	0	20	20	100

### Программа оценивания учебной деятельности студента

#### 3 семестр

##### Лекции – от 0 до 20 баллов

Посещаемость, активность и др. за один семестр – от 0 до 20 баллов.

Критерии оценки посещаемости лекций:

- менее 25% – 0 баллов;
- от 25% до 50% – 5 баллов;
- от 51% до 75% – 10 баллов;
- от 76% до 100% – 20 баллов.

##### Лабораторные занятия – 0 баллов

Не предусмотрено

##### Практические занятия – от 0 до 20 баллов

Посещаемость, активность (ответы с места, работа у доски), самостоятельное решение задач в аудитории оценивается от 0 до 20 баллов (каждое занятие – 0-2 балла).

Критерии оценки:

- менее 25% – 0 баллов;
- от 25% до 50% – 5 баллов;
- от 51% до 75% – 10 баллов;
- от 76% до 100% – 20 баллов.

##### Самостоятельная работа – от 0 до 20 баллов

Выполнение домашних заданий оценивается от 0 до 20 баллов (каждое домашнее задание – 0-2 балла).

Критерии оценки:

- менее 25% – 0 баллов;
- от 25% до 50% – 5 баллов;
- от 51% до 75% – 10 баллов;
- от 76% до 100% – 20 баллов.

**Автоматизированное тестирование – 0 баллов**

Не предусмотрено.

**Другие виды учебной деятельности – от 0 до 20 баллов**

Выполнение контрольных работ оценивается от 0 до 20 баллов (каждая контрольная работа – 0-10 баллов).

Критерии оценки:

- менее 25% – 0 баллов;
- от 25% до 50% – 5 баллов;
- от 51% до 75% – 10 баллов;
- от 76% до 100% – 20 баллов.

**Промежуточная аттестация – от 0 до 20 баллов**

Промежуточная аттестация проводится в виде *зачёта*.

ответ на «отлично» оценивается от 17 до 20 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 12 до 16 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 5 до 11 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 4 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 3 семестр по дисциплине «Прикладная механика» составляет 100 баллов.

Таблица 2. Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Прикладная механика» в зачёт – 3 семестр:

более 60 баллов	«зачтено»
меньше 60 баллов	«не зачтено»

**8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Прикладная механика»**

*а) литература:*

1. Волосухин, Виктор Алексеевич. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : Учебник / Виктор Алексеевич Волосухин, Сергей Иванович Евтушенко, Виктор Борисович Логвинов. Москва : Издательский Центр РИОР ; Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2014. - 543 с.. - ISBN 978-5-369-01159-1 : Б. ц. (ЭБС «ИНФРА-М»)
2. Евтушенко, Сергей Иванович. Сопротивление материалов: Сборник задач с решениями [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Сергей Иванович Евтушенко, Тамара Афанасьевна Дукмасова, Наталья Анатольевна Вильбицкая. - Москва : Издательский Центр РИОР ; Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2014. - 210 с.. - ISBN 978-5-369-01160-7 : Б. ц. (ЭБС «ИНФРА-М»)
3. Вольмир А.С., Григорьев Ю.П., Марьин В.А., Станкевич А.И. Сопротивление материалов., 3-е изд., стер. - М.: Дрофа, 2006.
4. Тимошенко С.П. Механика материалов. М.: Лань, 2002.
5. Задачи по теоретической механике : учеб. пособие / И. В. Мещерский ; под ред. В. А. Пальмова, Д. Р. Меркина. - 48-е изд., стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2008. - 447 с.
6. Горшков А.Г., Трошин В.Н., Шалашилин В.И. Сопротивление материалов, Уч. пособие, 2-е изд. испр. – М.: Физматлит, 2005. 544 с.

*б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:*

<http://www.edu.ru>

<http://eqworld.ipmnet.ru/>

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Прикладная механика»**

Для проведения занятий по дисциплине «Прикладная механика», предусмотренной учебным планом ООП бакалавриата по направлению 18.03.01 «Химическая технология», имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

- мультимедийная лекционная аудитория, оснащенная мультимедийными проекторами, маркерными досками для демонстрации учебного материала;

- специализированные классы, предназначенные для проведения практических занятий;

- библиотечный фонд, укомплектованный печатными изданиями, перечисленными в разделе 8 в необходимом количестве;

- электронная библиотека;

- специально оборудованные помещения для самостоятельной работы обучающихся с компьютерным оборудованием и доступом к сети Интернет.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки: 18.03.01 «Химическая технология», профилю подготовки: «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов».

Автор: А.В. Полиенко, старший преподаватель кафедры математической теории упругости и биомеханики механико-математического факультета СГУ.

Программа одобрена на заседании кафедры математической теории упругости и биомеханики от 21.06.2023 года, протокол № 15.