

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" сентября 2021 г.

Рабочая программа дисциплины

ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА

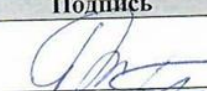
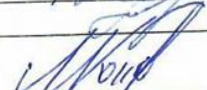
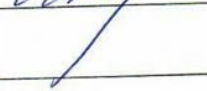
Направление подготовки бакалавриата  
18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки бакалавриата  
Химическая технология природных энергоносителей  
и углеродных материалов

Квалификация (степень) выпускника  
Бакалавр

Форма обучения  
очная

Саратов,  
2021

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Полиенко А.В.		21.09.21г.
Председатель НМК	Тышкевич С.В.		21.09.21г.
Заведующий кафедрой	Коссович Л.Ю.		21.09.21г.
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> применять основные методы и понятия при наблюдении и проведении измерений в экспериментальных исследованиях.</p> <p><b>Владеть:</b> требованиями техники безопасности при наблюдении и проведении измерений в экспериментальных исследованиях.</p>

	<p><b>ОПК-5.3.</b> Использует современные технологии сбора, анализа и обработки экспериментальных данных.</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> основные современные технологии сбора, анализа и обработки экспериментальных данных.</p> <p><b>Владеть:</b> способностью применять 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		7	устный опрос
6.	Раздел 5. Деформация изгиба	3	9-10	4		2		5	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.

Статически неопределенные задачи на растяжение-сжатие.

## **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. Графоаналитический метод определения деформаций.

Статистически неопределимые задачи на изгиб и методы их решения: метод сравнения деформаций, уравнение трех моментов для неразрезной балки и определение реакций. Применение уравнений трех моментов для балки с жестко закрепленными концами.

Плоская статически определимая рама под действием нагрузки, приложенной в ее плоскости. Эпюры изгибающих моментов, продольных и перерезывающих сил. Определение напряжений и расчет на прочность.

Энергетический метод определения деформаций (интеграл перемещений). Способ Верещагина для вычислений интеграла перемещений.

Расчет статически неопределимой рамы методом сил: каноническая система уравнений, вычисление коэффициентов и грузовых членов.

## **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.

### **Темы практических занятий по дисциплине «Прикладная механика»**

1. Основы статики и кинематики абсолютно твердого тела
2. Осевое растяжение/сжатие стержней
3. Сложное напряженное состояние
4. Деформация сдвига и кручения
5. Деформация изгиба
6. Сложное сопротивление
7. Прочность при изменяющихся напряжениях
8. Общие вопросы проектирования деталей машин
9. Расчет основных деталей химического оборудования

### **Темы для самостоятельной работы**

Изучение классификации машин и механизмов, деталей машин и механизмов.

Изучение методов построения плана скоростей, ускорений. Кинематический анализ простейших механизмов: определение скоростей, ускорений.

Механические характеристики материалов. Диаграммы растяжений/сжатий для пластического и хрупкого материалов. Определение механических характеристик по диаграммам.

Расчет на прочность и жесткость скручиваемого стержня.

Расчеты на прочность и жесткость статически определимых и статически неопределимых балок и плоских рам.

Изгиб с кручением, расчет на прочность.

Расчет движущихся с ускорением элементов конструкций.

Изучение требований к деталям и критериям их работоспособности.

Расчеты зубчатых передач, валов и осей на прочность.

### **Список вопросов к устному зачету в 3 семестре**

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. Графоаналитический метод определения деформаций.
31. Плоская статически определимая рама под действием нагрузки.
32. Эпюры изгибающих моментов, продольных и перерезывающих сил.
33. Энергетический метод определения деформаций.
34. Способ Верещагина для вычислений интеграла перемещений.
35. Расчет статически неопределимой рамы методом сил.
36. Внецентренное сжатие стержня.
37. Косой изгиб стержня, определение напряжений и деформаций.
38. Изгиб с кручением.
39. Усталость.
40. Кривые усталости и предел выносливости.
41. Удар.
42. Прочность при ударе.
43. Классификация механизмов, узлов и деталей.
44. Основы проектирования механизмов, стадии разработки.
45. Соединения деталей.
46. Механические передачи.
47. Валы и оси.
48. Подшипники качения и скольжения.
49. Упругие элементы.
50. Муфты механических приводов.
51. 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	25	0	25	25	0	0	25	100

## Программа оценивания учебной деятельности студента

### 3 семестр

#### Лекции – от 0 до 25 баллов

Посещаемость, активность и др. за один семестр – от 0 до 25 баллов.

#### Лабораторные занятия – 0 баллов

Не предусмотрено

#### Практические занятия – от 0 до 25 баллов

Посещаемость, активность (ответы с места, работа у доски), самостоятельное решение задач в аудитории оценивается от 0 до 25 баллов (каждое занятие – 0-2 балла).

#### Самостоятельная работа – от 0 до 25 баллов

Выполнение домашних заданий оценивается от 0 до 25 баллов (каждое домашнее задание – 0-2 балла).

#### Автоматизированное тестирование – 0 баллов

Не предусмотрено.

#### Другие виды учебной деятельности – 0 баллов

Не предусмотрено.

#### Промежуточная аттестация – от 0 до 25 баллов

Промежуточная аттестация проводится в виде *зачёта*.

ответ на «отлично» оценивается от 20 до 25 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 13 до 19 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 6 до 12 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 5 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 21.09.2021 года, протокол № 2.