

Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Естественные и математические науки»

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б.1.2.5 Теоретическая механика

направления подготовки

**22.03.01 "Материаловедение и технологии материалов"**

Профиль: «Материаловедение, экспертиза материалов и управление качеством»

форма обучения – очная

курс – 2

семестр – 3

зачетных единиц – 3

часов в неделю – 3

всего часов – 108

в том числе:

лекции – 16

практические занятия – 32

лабораторные занятия – нет

самостоятельная работа – 60

зачет – 3 семестр

экзамен – нет

РГР – нет

курсовая работа – нет

курсовой проект – нет

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры ЕМН

«27» июня 2022 года, протокол № 9

Зав. кафедрой Е.В. Жилина /Жилина Е.В./

Рабочая программа утверждена на заседании УМКН МВТМ

«27» июня 2022 года, протокол № 5

Председатель УМКН Н.Л. Левкина /Левкина Н.Л./

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины «Теоретическая механика» является приобретение студентами знаний и навыков, позволяющих применять их при освоении других дисциплин образовательного цикла и последующей профессиональной деятельности.

Для достижения этой цели преподавание дисциплины предполагает:

- 1.1 ознакомить студентов с основными понятиями и методами теоретической механики;
- 1.2 способствовать формированию у студента обобщенных приемов исследовательской деятельности, научного взгляда на мир в целом.
- 1.3 развить у студентов представления о математических моделях в механике, чтобы будущий бакалавр смог переносить общие методы научной работы в работу по специальности;
- 1.4 обеспечить возможность овладения студентами совокупностью знаний и умений, соответствующих уровню бакалавра по соответствующему профилю.

Теоретическая часть дисциплины излагается в лекционном курсе. Полученные знания закрепляются на практических занятиях. Самостоятельная работа предусматривает использование ресурсов сети Интернет, работу с учебниками и учебными пособиями, подготовку к практическим занятиям, выполнение домашних заданий, подготовку к контрольным работам.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Теоретическая механика» (Б.1.2.6) входит в вариативную часть блока дисциплин основной образовательной программы бакалавриата по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Для ее изучения необходимы знания, умения и компетенции, приобретенные при освоении дисциплины математика.

Полученные знания, умения и навыки могут быть использованы студентами при изучении дисциплины прикладная механика.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Результаты освоения дисциплины «Теоретическая механика» направлены на приобретение следующих общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

- способности использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях (ОПК-2);
- готовности использовать методы моделирования при прогнозировании и оптимизации технологических процессов и свойств материалов, стандартизации и сертификации материалов и процессов (ПК-3);
- способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации (ПК-4).

В результате изучения дисциплины «Теоретическая механика» студент должен:

- 3.1. **Знать** теоретическую механику в части таких разделов, как статика, кинематика, динамика, аналитическая механика.
- 3.2. **Уметь** проводить простейший анализ изучаемого процесса (явления) с целью понять его физическую природу, корректно ставить задачу исследования и строить модели изучаемого в этой задаче процесса (явления), выбирать рациональные методы решения

поставленных задач и выносить практические рекомендации по результатам их решения, находить оптимальные решения прикладного характера в задачах по своей специальности.

3.3. Владеть основными алгоритмами построения и исследования механико-математических моделей, описывающих поведение механических систем; навыками исследования моделей с учетом их иерархической структуры и оценки пределов применимости полученных результатов.

#### 4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ Модуля	№ Недели	№ Темы	Наименование темы	Часы					
				Всего	Лекции	Коллоквиумы	Лабораторные	Практические	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1,2	1.1	Аксиомы статики Сила, момент силы. Пары сил	13	2	-	-	4	7
1	3,4	1.2	Условия равновесия системы сил.	13	2	-	-	4	7
2	5,6	2.1	Скорость и ускорение точки в декартовых и естественных координатах.	13	2	-	-	4	7
2	7,8	2.2	Поступательное, вращательное и плоскопараллельное движения тела	13	2	-	-	4	7
2	9,10	2.3	Сложное движение материальной точки	14	2	-	-	4	8
3	11, 12	3.1	Основные задачи динамики точки	14	2	-	-	4	8
3	13, 14	3.2	Общие теоремы динамики и законы сохранения для материальной точки и механической системы	14	2	-	-	4	8
4	15, 16	4.1	Виды связей	14	2	-	-	4	8
4		4.2	Принцип возможных перемещений Обобщенные координаты и обобщенные силы Общее уравнение динамики						
Всего по дисциплине				108	16	-	-	32	60

#### 5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1.1	2	1	Аксиомы статики. Сила, момент силы. Пары сил	[1,2]
1.2	2	2	Условия равновесия системы сил	[1,2]

1	2	3	4	5
2.1	2	3	Скорость и ускорение точки в декартовых и естественных координатах.	[1,2]
2.2	2	4	Поступательное, вращательное и плоскопараллельное движения тела	[1,2]
2.3	2	5	Сложное движение материальной точки	[1,2]
3.1	2	6	Основные задачи динамики точки	[1,2]
3.2	2	7	Общие теоремы динамики и законы сохранения для материальной точки и механической системы	[1,2]
4.1	2	8	Виды связей	[1,2]
4.2			Принцип возможных перемещений. Обобщенные координаты и обобщенные силы. Общее уравнение динамики	[1,2]

**6. Содержание коллоквиумов**  
не предусмотрены учебным планом

**7. Перечень практических занятий**

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1.1	4	1,2	Аксиомы статики. Сила, момент силы. Пары сил	[1,2]
1.2	4	3,4	Условия равновесия системы сил	[1,2]
2.1	4	5,6	Скорость и ускорение точки в декартовых и естественных координатах.	[1,2]
2.2	4	7,8	Поступательное, вращательное и плоскопараллельное движения тела	[1,2]
2.3	4	9,10	Сложное движение материальной точки	[1,2]
3.1	4	11,12	Основные задачи динамики точки	[1,2]
3.2	4	13,14	Общие теоремы динамики и законы сохранения для материальной точки и механической системы	[1,2]
4.1	4	15,16	Виды связей	[1,2]
4.2			Принцип возможных перемещений. Обобщенные координаты и обобщенные силы. Общее уравнение динамики	[1,2]

**8. Перечень лабораторных работ**  
не предусмотрены учебным планом

**9. Задания для самостоятельной работы студентов**

№ темы	Всего часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1.1	7	Аксиомы статики. Сила, момент силы. Пары сил	[1,2]
1.2	7	Условия равновесия системы сил	[1,2]
2.1	7	Скорость и ускорение точки в декартовых и естественных координатах.	[1,2]
2.2	7	Поступательное, вращательное и плоскопараллельное движения тела	[1,2]
2.3	8	Сложное движение материальной точки	[1,2]
3.1	8	Основные задачи динамики точки	[1,2]
3.2	8	Общие теоремы динамики и законы сохранения для материальной точки и механической системы	[1,2]

1	2	3	4
4.1	8	Виды связей	[1,2]
4.2		Принцип возможных перемещений. Обобщенные координаты и обобщенные силы. Общее уравнение динамики	[1,2]

**10. Расчетно-графическая работа**  
не предусмотрена учебным планом

**11. Курсовая работа**  
не предусмотрена учебным планом

**12. Курсовой проект**  
не предусмотрен учебным планом

**13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины «Теоретическая механика» должны быть сформированы общепрофессиональная компетенция ОПК-2, профессиональные компетенции ПК-3 и ПК-4.

Уровни освоения компетенции

Индекс ОПК-2	Формулировка: Способность использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях.
--------------	--

Ступени освоения компетенции	Отличительные признаки	Технологии формирования	Средства и технологии оценки
Пороговый (удовлетворительный)	Знает: условия равновесия твердого тела. Умеет: составлять уравнения равновесия твердого тела. Владеет: навыками для решения систем уравнений равновесия твердого тела.	Лекции, практические занятия	30-59 баллов при АСТ-тестировании; не полное освещение вопроса, формулы без вывода при ответе на теоретические вопросы на зачете
Продвинутый (хорошо)	Знает: условия равновесия твердого тела; координатный и естественный способы задания движения материальной точки. Умеет: составлять уравнения равновесия твердого тела; находить скорости и ускорения по		60-79 баллов при АСТ-тестировании; правильный ответ на теоретические вопросы на зачете; задача решена правильно, дан правильный ответ и достаточные пояснения

	<p>заданному закону движения.</p> <p>Владеет: навыками для решения систем уравнений равновесия твердого тела; навыками для классификации движений материальной точки.</p>		
<p>Высокий (отлично)</p>	<p>Знает: условия равновесия твердого тела; координатный и естественный способы задания движения материальной точки; теоремы об изменении количества движения, кинетического момента, кинетической энергии.</p> <p>Умеет: составлять уравнения равновесия твердого тела; находить скорости и ускорения по заданному закону движения; интегрировать уравнения движения материальной точки.</p> <p>Владеет: навыками для решения систем уравнений равновесия твердого тела; навыками для классификации движений материальной точки; навыками вычисления механической работы, кинетической энергии, потенциальной энергии.</p>		<p>80-100 баллов при АСТ-тестировании; студент свободно оперирует материалом по всем разделам дисциплины, иллюстрирует теоретические положения практическими примерами при ответе на вопросы на зачете</p>

<p>Индекс ПК-3</p>	<p>Формулировка: Готовность использовать методы моделирования при прогнозировании и оптимизации технологических процессов и свойств материалов, стандартизации и сертификации материалов и процессов.</p>
--------------------	---

<p>Ступени освоения компетенции</p>	<p>Отличительные признаки</p>	<p>Технологии формирования</p>	<p>Средства и технологии оценки</p>
<p>Пороговый (удовлетворительный)</p>	<p>Знает: основные понятия о механической</p>	<p>Лекции, практические</p>	<p>Задания практической работы</p>

	<p>связях.  Умеет: составлять уравнения механических связей.  Владеет: навыками классификации механических связей.</p>	занятия	<p>выполнены верно, в заданиях отсутствуют пояснения и логические переходы, есть недочеты по оформлению, имеются затруднения при ответе на дополнительные вопросы;  30-59 баллов при АСТ-тестировании</p>
Продвинутый (хорошо)	<p>Знает: основные понятия о механической связях, понятия обобщенных координат.  Умеет: составлять уравнения механических связей, определять множество возможных перемещений.  Владеет: навыками классификации механических связей, навыками перехода к обобщенным координатам при описании механических систем.</p>		<p>Задания практической работы выполнены верно, оформлены в соответствии с требованиями, в заданиях присутствуют пояснения и логические переходы;  60-79 баллов при АСТ-тестировании</p>
Высокий (отлично)	<p>Знает: основные понятия о механической связях, понятия обобщенных координат, основные понятия об обобщенных силах.  Умеет: составлять уравнения механических связей, определять множество возможных перемещений, составлять выражение для механической работы через обобщенные силы и обобщенные перемещения.  Владеет: навыками классификации механических связей, навыками перехода к</p>		<p>Задания практической работы выполнены верно, оформлены в соответствии с требованиями, в заданиях присутствуют пояснения и логические переходы;  студент отвечает на дополнительные вопросы;  80-100 баллов при АСТ-тестировании</p>

	<p>обобщенным координатам при описании механических систем, навыками решения уравнений Лагранжа второго рода.</p>		
--	---	--	--

<p>Индекс ПК-3</p>	<p>Формулировка: Способность использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации.</p>
--------------------	---

Ступени уровней освоения компетенции	Отличительные признаки	Технологии формирования	Средства и технологии оценки
<p>Пороговый (удовлетворительный)</p>	<p>Знает: основные понятия о механической связях. Умеет: составлять уравнения механических связей. Владеет: навыками классификации механических связей.</p>	<p>Лекции, практические занятия</p>	<p>Задания практической работы выполнены верно, в заданиях отсутствуют пояснения и логические переходы, есть недочеты по оформлению, имеются затруднения при ответе на дополнительные вопросы; 30-59 баллов при АСТ-тестировании; не полное освещение вопроса, формулы без вывода при ответе на теоретические вопросы на зачете</p>
<p>Продвинутый (хорошо)</p>	<p>Знает: основные понятия о механической связях, понятия обобщенных координат. Умеет: составлять уравнения механических связей, определять множество возможных перемещений. Владеет: навыками классификации механических связей, навыками перехода к</p>		<p>Задания практической работы выполнены верно, оформлены в соответствии с требованиями, в заданиях присутствуют пояснения и логические переходы; 60-79 баллов при АСТ-тестировании;</p>



	<p>обобщенным координатам при описании механических систем.</p>	<p>правильный ответ на теоретические вопросы на зачете; задача решена правильно, дан правильный ответ и достаточные пояснения</p>
<p>Высокий (отлично)</p>	<p>Знает: основные понятия о механической связях, понятия обобщенных координат, основные понятия об обобщенных силах.          Умеет: составлять уравнения механических связей, определять множество возможных перемещений, составлять выражение для механической работы через обобщенные силы и обобщенные перемещения.          Владеет: навыками классификации механических связей, навыками перехода к обобщенным координатам при описании механических систем, навыками решения уравнений Лагранжа второго рода.</p>	<p>Задания практической работы выполнены верно, оформлены в соответствии с требованиями, в заданиях присутствуют пояснения и логические переходы; студент отвечает на дополнительные вопросы; 80-100 баллов при АСТ-тестировании; студент свободно оперирует материалом по всем разделам дисциплины, иллюстрирует теоретические положения практическими примерами при ответе на вопросы на зачете</p>

### Вопросы для зачета

1. Аксиомы статики
2. Простейшие теоремы статики (о переносе вдоль линии действия, о трех силах).
3. Система сходящихся сил (приведение к равнодействующей, условия равновесия).
4. Момент силы (алгебраический момент, векторный момент, момент относительно оси, вычисление в декартовой системе).
5. Теория пар сил (теоремы об эквивалентности двух пар в одной плоскости, о переносе в параллельную плоскость, о сумме моментов сил пары, о сложении пар сил; условия равновесия пар сил).
6. Приведение системы сил к простейшей системе (приведение силы к заданному центру, приведение произвольной системы к силе и паре сил; главный вектор и главный момент).
7. Условия равновесия системы сил (векторная и аналитическая формы, различные формы условий равновесия плоской системы сил).

8. Скорость и ускорение точки, их выражение в декартовых координатах. Касательная и нормальная составляющие ускорения.
9. Теорема о проекциях скоростей точек твердого тела.
10. Поступательное и вращательное движения твердого тела. Скорости и ускорения точек вращающегося тела. Формула Эйлера.
11. Плоское движение твердого тела. Мгновенный центр скоростей, его нахождение. Определение скоростей точек плоской фигуры.
12. Сложное движение точки (абсолютная и относительная производная, сложение скоростей, сложение ускорений).
13. Аксиомы динамики.
14. Дифференциальные уравнения движения материальной точки.
15. Две основные задачи динамики точки.
16. Центр масс системы.
17. Момент инерции относительно оси. Теорема Штейнера.
18. Простейшие свойства внутренних сил системы.
19. Количество движения системы, его вычисление. Теорема об изменении количества движения системы.
20. Законы сохранения количества движения.
21. Теорема о движении центра масс системы.
22. Кинетический момент системы, вычисление его проекции на ось вращения твердого тела. Теоремы об изменении кинетического момента точки и системы.
23. Законы сохранения кинетических моментов.
24. Дифференциальное уравнение вращения твердого тела вокруг неподвижной оси.
25. Элементарная и полная работа силы. Мощность. Примеры вычисления работы.
26. Кинетическая энергия тела в поступательном, вращательном и плоском движениях.
27. Теоремы об изменении кинетической энергии точки и системы.
28. Потенциальное силовое поле, потенциальная энергия и примеры ее вычисления.
29. Закон сохранения механической энергии точки и системы.
30. Принцип Даламбера для системы материальных точек.
31. Силы инерции твердого тела в частных случаях его движения.
32. Классификация связей.
33. Возможные перемещения.
34. Элементарная работа. Идеальные связи.
35. Принцип возможных перемещений.
36. Обобщенные координаты. Обобщенные силы.
37. Условия равновесия системы.
38. Общее уравнение динамики
39. Уравнения Лагранжа

### Тестовые задания по дисциплине

#### СТАТИКА

Жесткая рама, расположенная в вертикальной плоскости, закреплена в точке А шарнирно, а в точке В прикреплена или к невесомому стержню с шарнирами на концах, или к шарнирной опоре на катках.

В точке С к раме привязан трос, перекинутый через блок и несущий на конце груз весом  $P$ . На раму действует пара сил с моментом  $M$  и две силы, значения, направления и точки приложения которых указаны в таблице.

Определить реакции связей в точках А, В, вызываемые действующими нагрузками.

Примечание: расчетная схема и числовые данные определяются по индивидуальным вариантам.

## КИНЕМАТИКА

Плоский механизм состоит из стержней 1, 2, 3, 4 и ползуна В или Е или из стержней 1, 2, 3 и ползуну В и Е, соединенных друг с другом и с неподвижными опорами  $O_1, O_2$  шарнирами; точка D находится в середине стержня АВ. Длины стержней равны соответственно  $l_1, l_2, l_3, l_4$ . Положение механизма определяется углами  $\alpha, \beta, \gamma, \varphi, \theta$ .

Примечание: расчетная схема, числовые данные, а также искомые величины определяются по индивидуальным вариантам.

## ДИНАМИКА

Механическая система состоит из грузов 1 и 2, ступенчатого шкива 3 с радиусами ступеней  $R_3, r_3$  и радиусом инерции относительно оси вращения  $\rho_3$ , блока 4 радиуса  $R_4$  и катка (или подвижного блока) 5 – тело 5 считать сплошным однородным цилиндром, а массу блока 4 – равномерно распределенной по ободу. Коэффициент трения грузов о плоскость  $f$ . Тела системы соединены друг с другом нитями, перекинутыми через блоки и намотанными на шкив 3 (или на шкив и каток); участки нитей параллельны соответствующим плоскостям. К одному из тел прикреплена пружина с коэффициентом жесткости  $c$ . Под действием силы  $F = f(s)$ , зависящей от перемещения  $s$  точки ее приложения, система приходит в движение из состояния покоя; деформация пружины в момент начала движения равна нулю. При движении на шкив 3 действует постоянный момент  $M$  сил сопротивления (от трения в подшипниках). Определить значение искомой величины в тот момент времени, когда перемещение  $s$  станет равным  $s_1$ .

## ЭЛЕМЕНТЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

Механическая система состоит из однородных ступенчатых шкивов 1 и 2, обмотанных нитями, грузов 3-6, прикрепленных к этим нитям, и невесомого блока. Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести и пары сил с моментом  $M$ , приложенной к одному из шкивов. Радиусы ступеней шкива 1 равны:  $R_1, r_1$ , а шкива 2 –  $R_2, r_2$ ; их радиусы инерции относительно осей вращения равны соответственно  $\rho_1$  и  $\rho_2$ . Пренебрегая трением, определить ускорение груза, имеющего больший вес.

## 14. Образовательные технологии

Предусмотрено чтение лекций с применением мультимедийных технологий, проведение интерактивных практикумов (в совокупности – не менее 20% аудиторных занятий).

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов проводится с использованием ресурсов сети Интернет и локальных сетевых ресурсов ЭТИ СГТУ

## 15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

### Литература

1. Бутенин Н.В. Курс теоретической механики. Т.1: Статика и кинематика Т.2: Динамика /Н.В.Бутенин, Я.Л.Лунц, Д.Р.Меркин. – СПб.: Лань, 2009.

Экземпляры всего: 11

2. Колмыкова, И. В. Теоретическая механика. Сборник заданий : учебное пособие / И. В. Колмыкова. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2018. — 126 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/89852.html> (дата обращения: 30.09.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Королев, П. В. Механика : учебное пособие / П. В. Королев. — Саратов : Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 160 с. — ISBN 978-5-4497-0242-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/87387.html> (дата обращения: 30.09.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
4. Борсяков, А. С. Основы механики (Для студентов-иностранцев) : учебное пособие / А. С. Борсяков, В. А. Лопушанский, Е. С. Бунин ; под редакцией А. С. Борсяков. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. — 120 с. — ISBN 978-5-00032-266-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/74015.html> (дата обращения: 30.09.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

*Программное обеспечение и Интернет-ресурсы*

Для интерактивных занятий используются ресурсы по ссылке  
<http://demonstrations.wolfram.com/topic.html?topic=Mechanics&limit=20>

Текущий контроль проводится с использованием тестов в адаптивной среде тестирования (АСТ).

Промежуточная аттестация в сессию проводится с использованием АСТ-тестов.

## **16. Материально-техническое обеспечение**

Для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, которая укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 20 столов, 40 стульев; рабочее место преподавателя; маркерная доска; проектор BENQ 631, стационарный проекционный экран, системный блок (Atom2550/4Гб/500, клавиатура, мышь), подключенный в сеть с выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А. Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint), GoogleChrome.

Рабочую программу составила доцент кафедры ЕМН Нагар Ю.Н. /  /

### 17. Дополнения и изменения в рабочей программе

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Внесенные изменения утверждены на заседании УМКС/УМКН  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Председатель УМКС/УМКН \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /