

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ  
З ТЕОРЕТИЧНОЇ МЕХАНІКИ .  
МОДУЛЬ 2.

Кременчук КДПУ 2005

Методичні вказівки до самостійної роботи з теоретичної механіки. Модуль 2.

Укладачі: проф.. Воробйов В.В., ас. Пєєв А.М.

Кафедра технічної механіки Кременчуцького державного політехнічного університету

Затверджено на засіданні кафедри технічної механіки \_\_\_\_  
2005 р. (протокол № .....

Зав. кафедрою технічної механіки \_\_\_\_\_ проф. Комір В.М.

Рецензент: проф. Киба С.П.

Схвалено методичною радою Кременчуцького державного політехнічного університету – протокол №\_\_ від \_\_\_\_ 2005 р.

Голова метод ради \_\_\_\_\_ проф.. Костін В.В.

## ВВЕДЕНИЕ.

Целью данных методических указаний является улучшение подготовки студентов по курсу теоретической механики, в частности – дать возможность повторить основные теоретические сведения, которые необходимы при сдаче второго модуля.

После изучения соответствующего раздела курса по конспекту и учебнику, перед выполнением практической работы или сдачей модуля студенту рекомендуется использовать данную разработку для самоконтроля, проверки правильности и прочности усвоения пройденного материала.

Студенты должны знать, что в этих методических указаниях по соответствующим темам записано 25 вопросов, на которые далее в тексте приводятся ответы. Вопросы построены таким образом, что даже схожие имеют свои однозначные ответы, т.е. каждый ответ соответствует только одному вопросу.

При самостоятельном контроле знаний студент должен дать ответы на все 25 вопросов, при этом ни один ответ не должен повториться. В случае необходимости студент должен явиться на консультацию к преподавателю.

### Тема 2.1. КИНЕМАТИКА ТОЧКИ

1. Как вычисляется скорость точки при векторном способе задания движения?
2. Как вычисляется скорость точки при координатном способе задания движения?
3. Как вычисляется скорость точки при естественном способе задания движения?
4. Как вычисляется ускорение точки при векторном способе задания движения?
5. Как вычисляется ускорение точки при координатном способе задания движения?
6. Как вычисляется ускорение точки при естественном способе задания движения?
7. Как вычисляется нормальное ускорение при криволинейном движении точки?
8. Как вычисляется касательное ускорение при криволинейном движении точки?
9. При каком движении точки нормальное ускорение точки равно нулю?
10. При каком движении точки касательное ускорение точки равно нулю?
11. При каком движении точки угол между векторами скорости и ускорения тупой?
12. При каком движении точки угол между векторами скорости и ускорения острый?

13. Чему равен угол скоростью и ускорением точки при равномерном криволинейном движении?
14. В каком случае величина нормального ускорения больше, если точка движется с одинаковой скоростью по окружности радиусов  $R$  или  $r$ , причем  $R > r$ ?
15. Как направлен вектор касательного ускорения точки по отношению к траектории ее движения?
16. Как направлен вектор нормального ускорения точки по отношению к траектории ее движения?
17. При каком движении точки ее касательное ускорение постоянно по модулю?
18. Чему равен угол между векторами скорости и ускорения при замедленном криволинейном движении?
19. По какой формуле вычисляется касательное ускорение точки при координатном способе задания движения?
20. По какой формуле вычисляется нормальное ускорение точки при координатном способе задания движения?
21. Что характеризует нормальное ускорение?
22. Что характеризует касательное ускорение?
23. По какой формуле вычисляется скорость точки, которая движется равномерно?
24. По какой формуле вычисляется модуль скорости точки через ускорение в общем случае?
25. По какой формуле вычисляется скорости точки при равноускоренном движении?

### ТЕСТОВЫЙ КОНТРОЛЬ

1. По формуле  $dv/dt$ .
2. По формуле  $v_0 + a_t t$ .
3. По формуле  $(v_x a_y - v_y a_x)/v$ .
4. По формуле  $d\vec{r} / dt$ .
5. При замедленном движении.
6. При равномерном движении.
7. По формуле  $(v_x a_y + v_y a_x)/v$ .
8. По формуле  $\int a_i dt$ .
9. По формуле  $S/t$ .
10. Изменение вектора скорости по направлению.
11. Изменение вектора скорости по величине.
12.  $180^\circ$ .
13. По формуле  $\sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2}$ .

14. По формуле  $v^2/\rho$ .  
 15. По формуле  $ds/dt$ .  
 16. При прямолинейном движении.

17. По формуле  $\sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$ .

18. При ускоренном движении.

19.  $90^\circ$ .

20. По формуле  $d\vec{v} / dt$ .

21. По формуле  $\sqrt{\ddot{x}^2 + \ddot{y}^2}$ .

22. Если точка движется по окружности радиуса  $r$ .

23. По касательной к траектории движения.

24. При равнопеременном движении.

25. По перпендикуляру к касательной.

Предлагаемые варианты наборов вопросов приведены в табл. 1 (вариант выбирается по последней цифре зачетки, сложенной с последнюю цифрой номера группы).

Таблица 1.

Распределение вопросов по вариантам

Номер варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Номера вопросов	2,11, 22	10,12, 21	3,18, 20	4,17, 24	9,13, 23	7,12, 19	5,16,2 5	6,15, 24	8,11, 14	1,9, 10

## Тема 2.2. ВРАЩАТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ

1. Как определяется угловая скорость?
2. Как определяется угловое ускорение?
3. В каких единицах измеряется угловая скорость?
4. В каких единицах измеряется угловое ускорение?
5. В каких единицах измеряется скорость вращения в технике?
6. Чему равна угловая скорость, если за 1 мин тело делает 100 оборотов?
7. На сколько радиан тело повернулось, если выполнило 1,5 оборота?
8. Как направлен вектор угловой скорости при вращательном движении твердого тела вокруг неподвижной оси?
9. Как направлен вектор касательного ускорения точки тела при вращательном движении?
10. Как вычисляется касательное ускорение?
11. Как вычисляется скорость точки тела при вращательном движении?
12. Как вычисляется нормальное ускорение точки тела при вращательном движении?
13. Что такое передаточное число передачи вращения?

14. Вычислить  $v_x$  точки A (2,1,2), если  $\omega_x=1$ ,  $\omega_y=0$ ,  $\omega_z=2$ .
15. Вычислить  $v_y$  точки A (2,1,2), если  $\omega_x=1$ ,  $\omega_y=0$ ,  $\omega_z=2$ .
16. При каком движении угловое ускорение не зависит от времени?
17. Как вычислить угловую скорость при равнопеременном вращении?
18. Как вычислить угол поворота тела при равнопеременном вращении?
19. Как зависит касательное ускорение точки тела от расстояния до оси вращения?
20. Как вычислить ускорение точки тела при вращательном движении?
21. Как относятся между собой угловые скорости соприкасающихся вращающихся тел при отсутствии проскальзывания?
22. Какое вращение совершает тело, если  $\omega=4t$ ?
23. Какое вращение совершает тело, если  $\varphi=2t$ ?
24. Какое вращение совершает тело, если  $\varepsilon=2t$ ?
25. Что можно сказать о скоростях двух точек в месте контакта двух тел при отсутствии проскальзывания?

### ТЕСТОВЫЙ КОНТРОЛЬ

1. По формуле  $\omega_0 + \frac{\varepsilon t^2}{2}$ .
2. Радиан в секунду.
3. Пропорционально расстоянию от оси.
4. Векторы скоростей равны.
5. Вычисляется производная от угла поворота по времени.
6. Равномерное вращение.
7. Вычисляется производная от угловой скорости по времени.
8. По формуле  $\omega_0 + \varepsilon t$ .
9. По формуле  $\vec{a}^r + \vec{a}^n$ .
10. Радиан в секунду в квадрате.
11. Переменное вращение.
12. Оборот в минуту.
13. 2.
14. - 2.
15. Обратно пропорционально радиусам.
16. Равноускоренное вращение.
17.  $\approx 10,5$ .
18. По касательной к траектории.
19. Если  $\omega = \text{const}$ .
20.  $\approx 9,5$ .
21. Отношение радиусов окружностей.
22. По оси вращения.
23. По формуле  $\omega h$ .
24. По формуле  $\varepsilon h$ .

25. По формуле  $\omega v$ .

Таблица 2.

Распределение вопросов по вариантам

Номер варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Номера вопросов	8,11, 14	3,18, 20	7,12, 19	4,17, 24	9,13, 23	10,12, 21	5,16, 25	6,15, 24	2,11, 22	1,9, 10

### Тема 2.3. СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ. СКОРОСТЬ ТОЧКИ ПРИ СЛОЖНОМ ДВИЖЕНИИ.

1. Какое движение точки называется сложным?
2. Какое движение точки называется относительным?
3. Какое движение точки называется переносным?
4. Какое движение точки называется абсолютным?
5. На какие движения раскладывается сложное движение точки?
6. Что нужно сделать для определения характеристик относительного движения?
7. Что нужно сделать для определения характеристик переносного движения?
8. Какая формула соответствует теореме о сложении скоростей в сложном движении?
9. По какой формуле определяется относительная скорость точки, если уравнение относительного движения имеет вид :  $x = x(t)$ ,  $y = y(t)$ ?
10. По какой формуле определяется относительная скорость точки, если уравнение относительного движения имеет вид :  $S = S(t)$ ?
11. По какой формуле определяется переносная скорость, если переносное движение – поступательное?
12. По какой формуле определяется переносная скорость, если переносное движение – вращательное?
13. Как направлен вектор скорости относительного движения точки, если это движение прямолинейное?
14. Как направлен вектор скорости относительного движения точки, если это движение происходит по известной криволинейной траектории?
15. Как определяется угол между вектором скорости относительного движения и осью абсцисс подвижной системы отсчета при координатном способе задания движения?
16. Как надо суммировать скорости переносного и относительного движений при нахождении вектора абсолютной скорости?
17. Как надо суммировать проекции скоростей переносного и относительного движений при нахождении проекций вектора абсолютной скорости?

18. Как вычислить модуль абсолютной скорости точки при координатном способе задания движения?
19. По какой формуле вычисляется скорость абсолютного движения, если векторы скоростей относительного и переносного движений взаимно перпендикулярны?
20. По какой формуле вычисляется скорость абсолютного движения, если векторы скоростей относительного и переносного движений направлены в одну сторону?
21. По какой формуле вычисляется скорость абсолютного движения, если векторы скоростей относительного и переносного движений противоположны по направлению?
22. Что такое переносная скорость точки?
23. Какая скорость называется абсолютной?
24. Какая скорость называется относительной?
25. По какой формуле вычисляется модуль скорости абсолютного движения, если угол между направлениями векторов скорости относительного и переносного движений равен  $\alpha$ ?

#### Тестовый контроль.

1. Переносное и относительное.
2. Мысленно остановить переносное движение.
3. Движение, которое может быть одновременно рассмотрено по отношению к двум системам отсчета, одна из которых считается условно неподвижной, а другая определенным образом движется по отношению к первой.
4. Мысленно остановить относительное движение.
5.  $\vec{v} = ds / dt \cdot \vec{\tau}$ .
6. Движение по отношению к подвижной системе координат.
7. Движение по отношению к неподвижной системе координат.
8. Движение подвижной системе координат относительно неподвижной.
9.  $\vec{v}_a = \vec{v}_r + \vec{v}_e$ .
10.  $v = \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2}$ .
11.  $\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r}$ .
12.  $\cos(\vec{v}, \hat{i}) = \dot{x}_1 / v_e$ .
13. Алгебраическая сумма.
14. Геометрическая сумма.
15. Скорость той неизменно связанной с подвижной системой координат точки, с которой в данный момент совпадает движущаяся точка.
16. Скорость точки в неподвижной системе координат.
17. По направлению движения.



18. Скорость точки в подвижной системе координат.

$$19. v_a = v_e - v_r .$$

$$20. v_a = v_e + v_r .$$

$$21. v_a^2 = v_e^2 + v_r^2 .$$

22. По касательной к траектории в сторону движения.

$$23. v_a^2 = \dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2 .$$

$$24. v_a^2 = v_r^2 + v_e^2 - 2v_e v_r \cos \alpha .$$

$$25. v = ds / dt \quad \text{или} \quad v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} .$$

Таблица 3.

Распределение вопросов по вариантам

Номер варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Номера вопросов	2,11, 22	10,12, 21	3,18, 20	4,17, 24	9,13, 23	7,12, 19	5,16, 25	6,15, 24	8,11, 14	1,9, 10

#### Тема 2.4. СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ. УСКОРЕНИЕ ТОЧКИ ПРИ СЛОЖНОМ ДВИЖЕНИИ

1. По какой формуле определяется абсолютное ускорение точки, если ее переносное движение – поступательное?
2. По какой формуле определяется абсолютное ускорение точки, если ее переносное движение – вращательное?
3. По какой формуле определяется относительное ускорение точки, если относительное движение прямолинейное и задано уравнением  $S=S(t)$ ?
4. По какой формуле определяется относительное ускорение точки, если относительное движение криволинейное и задано уравнением  $S=S(t)$ ?
5. По какой формуле определяется относительное ускорение точки, если относительное движение задано уравнениями:  $x=x(t)$ ,  $y=y(t)$ ?
6. По какой формуле определяется абсолютное ускорение точки, если ее переносное и относительное движения – вращательные?
7. Может ли вектор ускорения Кориолиса совпадать с вектором переносной угловой скорости?
8. По какой формуле определяется переносное ускорение точки, если ее переносное движение – вращательное?
9. Как направлен вектор нормального относительного ускорения, если траектория относительного движения известна?
10. Как направлен вектор касательного относительного ускорения?
11. Каков физический смысл разных знаков скорости и касательного ускорения относительного движения точки?

12. Как направлен вектор нормального переносного ускорения точки?
13. Как направлен вектор переносного касательного ускорения, если переносное движение – вращательное?
14. Как направлены векторы переносной скорости и переносного касательного ускорения точки, если переносное движение является равнозамедленным вращательным?
15. Как направлен вектор переносного ускорения, если переносное движение является поступательным?
16. Как надо сложить векторы переносного и относительного ускорений точки для определения ее абсолютного ускорения?
17. Как определить проекции вектора абсолютного ускорения, если известны проекции векторов переносного и относительного ускорений точки?
18. Как вычислить модуль вектора абсолютного ускорения точки?
19. По какой формуле вычисляется модуль вектора абсолютного ускорения, если оно состоит из двух взаимно перпендикулярных составляющих?
20. По какой формуле вычисляется модуль вектора абсолютного ускорения, все составляющие которого направлены вдоль одной линии?
21. Может ли при поступательном переносном движении нормальное переносное ускорение отличаться от нуля?
22. При каком переносном движении касательное переносное ускорение равно нулю?
23. В скольких случаях ускорение Кориолиса равно нулю?
24. В скольких случаях нормальное относительное ускорение может быть равно нулю?
25. В скольких случаях нормальное относительное ускорение может быть равно нулю, если при этом скорость не равна нулю?

### Тестовый контроль

1. По касательной к траектории в разные стороны.
2. Алгебраическая сумма.
3. По касательной к траектории переносного движения.
4.  $\vec{a} = \vec{a}_e^r + \vec{a}_e^n$ .
5. По касательной к траектории относительного движения.
6. Как ускорение любой точки.
7. По нормали к траектории переносного движения.
8. Замедленное движение.
9. Геометрическая сумма.
10. По нормали к траектории относительного движения.
11. Может.
12.  $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$ .

$$13. \vec{a} = \vec{a}_e + \vec{a}_r + \vec{a}_k.$$

$$14. a = \sqrt{a_1^2 + a_2^2}.$$

15. Один случай.

16. Два случая.

$$17. a = \sum_{i=1}^n a_i.$$

18. Три случая.

19. Не может.

$$20. \vec{a} = \ddot{x}\vec{i} + \ddot{y}\vec{j}.$$

21. Равномерное движение.

$$22. \vec{a} = \vec{a}_r^\tau + \vec{a}_r^n.$$

$$23. \vec{a} = \vec{a}_e^n + \vec{a}_e^\tau + \vec{a}_r^n + \vec{a}_r^\tau + \vec{a}_k.$$

$$24. \vec{a} = \vec{a}_e + \vec{a}_r.$$

$$25. a = \ddot{S}.$$

Таблица 4.

Распределение вопросов по вариантам

Номер варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Номера вопросов	8,11, 14	3,18, 20	7,12, 19	4,17, 24	9,13, 23	10,12, 21	5,16, 25	6,15, 24	2,11, 22	1,9, 10

## Тема 2.5. ПЛОСКОПАРАЛЛЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ

1. Какое движение тела называется поступательным?
2. Какое движение тела называется вращательным?
3. Какое движение тела называется плоскопараллельным?
4. При каком движении тела траектория одной точки может быть прямой, а второй – окружностью?
5. При каком движении тела все точки движутся по окружности разных радиусов?
6. При каком движении тела все точки движутся по окружности одинаковых радиусов?
7. Где находится мгновенный центр скоростей данного тела?
8. Может ли мгновенный центр скоростей совпадать с точкой этого тела, скорость которой не равна нулю?
9. Может ли мгновенный центр скоростей совпадать с точкой другого тела, скорость которой не равна нулю?

10. Как найти положение мгновенного центра скоростей (МЦС) тела, если известны направления непараллельных векторов скоростей двух точек?
11. Как определить направление вектора скорости точки А, если известно положение МЦС?
12. Как определить величину скорости точки А по известной угловой скорости и положению МЦС?
13. Как определить положение МЦС, если перпендикуляры к скоростям двух точек совпадают?
14. Как зависят скорости двух точек тела от расстояния этих точек до МЦС?
15. Как определить угловую скорость тела по величине скорости точки А этого тела и положению МЦС?
16. Где находится МЦС тела при качении его без проскальзывания по неподвижному телу?
17. Что можно сказать о величине скоростей двух точек в месте зацепления двух тел?
18. Что можно сказать о величине угловой скорости тела, если перпендикуляры к векторам скоростей двух точек параллельны?
19. Как определить скорость точки через скорость полюса?
20. Как вычислить скорость относительного движения точки вокруг полюса?
21. Что можно сказать о проекциях скоростей двух точек на прямую, их соединяющую?
22. Если острый угол между вектором скорости  $V_A$  и  $AB$  больше угла между  $V_B$  и  $AB$ , что можно сказать о соотношении этих скоростей?
23. Если острый угол между вектором скорости  $V_A$  и  $AB$  меньше угла между  $V_B$  и  $AB$ , что можно сказать о соотношении этих скоростей?
24. Что можно сказать об ускорениях двух точек в месте зацепления двух тел?
25. Докажите, что вектор скорости точки А, лежащей на горизонтальном диаметре колеса, движущегося по неподвижной поверхности, пройдет через точку В, лежащей на вертикальном диаметре.

#### Тестовый контроль

1. Скорости равны.
2. Проекции скоростей равны.
3. По формуле  $\vec{v}_A = \vec{\omega} \times \vec{PA}$ .
4.  $v_A < v_B$ .
5. При поступательном движении.
6.  $v_A > v_B$ .
7. Соединить концы векторов скоростей.

8. Не может.
9. Может.
10. По формуле  $v_A = \omega|AP|$ .
11. В точке, скорость которой равна нулю.
12. По формуле  $v_A = \omega/|AP|$ .
13. Прямо пропорциональны этим расстояниям.
14. Угловая скорость равна нулю.
15. На пересечении перпендикуляров к векторам скоростей двух точек.
16. По формуле  $v_{AB} = \omega|AB|$ .
17. Прямой угол опирается на диаметр.
18.  $\vec{v}_B = \vec{v}_A + \vec{v}_{BA}$ .
19. Касательные составляющие равны.
20. В точке касания с неподвижным телом.
21. Если любая прямая во все время движения остается параллельна самой себе.
22. Если две точки неподвижны.
23. Если все точки движутся в плоскостях, параллельных одной какой-то неподвижной плоскости.
24. При плоскопараллельном движении.
25. При вращательном движении.

Таблица 5.

Распределение вопросов по вариантам

Номер варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Номера вопросов	2,11, 22	10,12, 21	3,18, 20	4,17, 24	9,13, 23	7,12, 19	5,16, 25	6,15, 24	8,11, 14	1,9, 10

## ЛИТЕРАТУРА

1. Цасюк В.В. Теоретична механіка: Навчальний посібник. – К.: Центр навчальної літератури, 2004. – 402 с.
2. Павловський М.А. Теоретична механіка. – К.: Техніка, 2002. – 512 с.
3. Попов М.В. Теоретическая механика. – М.: Наука, 1986. – 335 с.
4. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики. – М.: Наука, 1974. – 400 с.
5. Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике. – М.: Наука, 1981. – 480 с.
6. Сборник задач для курсовых работ по теоретической механике/ Под ред. А.А.Яблонского. – М.: Высш. шк., 1985. – 366 с.
7. Кошляков В.М. Краткий курс теоретической механики. – К.: Вища шк., 1993.- 311 с.

8. Бутенин Н.В., Лунц Я.Л., Меркин Д.Р. Курс теоретической механики. В 2 т. – М.: Наука, 1979. – Т.1 – 272 с.;т.2 – 544 с.
9. Добронравов В.В., Никитин Н.Н. Курс теоретической механики. – М.: Высш. шк., 1983. – 528 с.
10. Гернет М.М. Курс теоретической механики. – М.: Высш. шк., 1987. – 344 с.
11. Яскілка М.Б. Збірник завдань для розрахунково-графічних робіт з теоретичної механіки: Посібник. – К.: Вища шк.: Веселка, 1999. – 351 с.

Методичні вказівки до самостійної роботи з теоретичної механіки. Модуль 2.

Укладачі: д.т.н., проф.. Воробйов В.В., ас. Пєєв А.М.

Рецензент: проф.. Киба С.П.

Відповідальний за випуск: проф. Комір В.М.

Видавничий відділ

Тираж 100 примірників

Кременчук 2005