## Порядок работы с клиентом:

1. Зарегистрироваться на сайте (<http://www.kaf801.ru/reg.php>).
2. Получить у ответственного лица пароли для выполнения необходимых работ.
3. Скачать архив с клиентом с сайта 801 кафедры (<http://www.kaf801.ru/LaborantClient.php>) . Для большей стабильности работы рекомендуется версия без инсталлятора.
4. Распаковать архив в удобную папку (используя, например, <http://www.7-zip.org/download.html>).
5. Запустить клиент, используя ярлык LaborantClient в папке LaborantSetup.
6. Скачать интересующую лабораторную работу. Для этого необходимо нажать на кнопку **Загрузка лабораторных работ,** а в появившемся окне нажать на кнопку **Скачать** напротив названия требуемой работы. По окончании скачивания будет выведено соответствующее сообщение, после чего окно загрузки можно закрыть.
7. Чтобы приступить к выполнению лабораторной работы, необходимо нажать кнопку **Выбор лабораторной работы**, а в появившемся окне нажать на кнопку **Запустить** напротив названия скаченной работы. Появится окно авторизации. В поле **Логин** необходимо ввести логин полученный при регистрации на сайте, в поле **Пароль** необходимо ввести пароль, полученный от ответственного лица (а не пароль от «личного кабинета», указанный при регистрации!).
8. Дождаться загрузки сцены.
9. Снять необходимые замеры, руководствуясь методическим пособием по лабораторным практикумам и данным справочным руководством. Для комфортной работы рекомендуется развернуть окно во весь экран. Все активные объекты на сцене либо подсвечиваются при наведении на них курсором мыши, либо их интерактивность очевидна (например, кнопки на приборах). Управление сценой осуществляется следующим образом:

* щелчок левой кнопкой мыши – взаимодействие с активным объектом,
* перемещение мыши с зажатой левой кнопкой – вращение камеры,
* перемещение мыши с зажатой правой кнопкой – перемещение камеры,
* перемещение мыши с зажатыми левой и правой кнопками – зум камеры.

1. Нажатие на кнопку **Помощь** выведет на экран краткие сведения по устройству экспериментальной установки и/или ходу выполнения работы.
2. Результаты измерений и вычислений необходимо занести в таблицу, для чего необходимо нажать на соответствующую кнопку. При записи вещественных чисел в качестве разделителя дробной и целой части необходимо использовать разделитель, соответствующий региональным настройкам системы. Для Российской Федерации - это **запятая**! В случае если не все поля таблицы отображаются корректно, рекомендуется развернуть ее во весь экран. После заполнения всех полей таблицы необходимо нажать на кнопку **Проверить**, после чего будет выведено сообщение об успешности (или не успешности) выполнения лабораторной работы. Всего имеется три попытки сдачи одной лабораторной работы, поэтому рекомендуется тщательно проверять введенные в таблицу данные перед каждой попыткой сдачи. В случае исчерпания лимита попыток лабораторная работа считается не сданной.
3. После появления сообщения об успешной сдаче лабораторной работы окно клиента можно закрыть.

## Лабораторная работа №11

## Определение момента инерции тела при помощи трифилярного подвеса

**Цель работы:**

определение момента инерции тела по параметрам крутильных колебаний тела на трифилярном подвесе.

**Методика измерений**

Моменты инерции различных тел относительно оси, проходящей через их центр тяжести, могут быть определены методом крутильных колебаний на трифилярном подвесе.

Трифилярный подвес состоит из диска массой  и радиусом R, подвешенного к неподвижному диску меньшего радиуса r на трёх симметрично расположенных нитях длиной L. Подвес может совершать крутильные колебания относительно оси, проходящей через центр тяжести диска перпендикулярно к его плоскости.

При повороте нижнего диска относительно верхнего на небольшой угол  все нити принимают наклонное положение, и центр тяжести диска при этом поднимается на высоту .

Если диск отпустить, он начинает совершать крутильные гармонические колебания, период которых зависит от момента инерции диска. При этом потенциальная энергия диска будет переходить в его кинетическую энергию и обратно.

В момент прохождения положения равновесия вся потенциальная энергия перейдёт в кинетическую энергию вращения диска. Пренебрегая трением, закон сохранения механической энергии можно записать следующим образом:

 (3.83)

где  - момент инерции диска; g – ускорение свободного падения;  - максимальная высота поднятия центра тяжести диска при отклонении от положения равновесия;  - максимальная угловая скорость в момент прохождения положения равновесия.

Угол отклонения от положения равновесия  при гармонических крутильных колебаниях изменяется по закону



где T – период колебаний;  - амплитуда колебаний.

Угловая скорость диска



где  - амплитуда угловой скорости.

Высоту  можно рассчитать следующим образом:



Если, можно принять . В этом случае



Можно показать, что





Следовательно:



Так как угол  мал, то значение синуса можно заменить значением аргумента, то есть



и тогда

 (3.84)

Подставляя  и  в (3.83), получаем

 (3.85)

Из уравнения (3.85) следует

 (3.86)

где с – коэффициент пропорциональности, являющийся константой прибора. Он зависит от параметров трифилярного подвеса R, r и L:



Если изменять массу трифилярного подвеса, нагружая диск, то его момент инерции будет меняться, при этом согласно формуле (3.86) зависимость  будет линейной. Здесь J – момент инерции нагруженного подвеса; m – суммарная масса системы; T – период гармонических крутильных колебаний при соответствующих значениях J и m.

Для определения момента инерции исследуемого тела относительно оси, проходящей через центр тяжести, нужно построить с помощью эталонных грузов градуировочную кривую .

Для этого на нижний диск подвеса нанесены концентрические окружности радиусом . На каждой окружности сделано несколько отверстий на одинаковом расстоянии друг от друга. Располагая эталонные грузы симметрично на том или ином расстоянии  от оси вращения, мы получаем значение момента инерции:

 (3.87)

где  - момент инерции нагруженного нижнего диска; k - число цилиндрических грузов; и  - масса и радиус груза;  - момент инерции каждого из грузов относительно оси вращения системы (по теореме Штейнера).

**Порядок выполнения работы**

1. Занести в таблицу значения констант: массу эталонных цилиндров, радиус эталонных цилиндров, массу диска и момент инерции диска.
2. Помещая грузы последовательно на первую, вторую и т.д. окружности, определить в каждом случае время t для n=10 полных колебаний и рассчитать период колебаний T=t/n, где n – число колебаний. Результаты занести в таблицу.

\*Для того чтобы поместить груз на диск, нужно подвести к грузу курсор мыши и щелкнуть левой кнопкой мыши. Первый (самый левый) груз соответствует первой окружности (окружности с наименьшим радиусом), второй – второй и т.д. Расстояние от центра диска до кольца указано под соответствующим грузом (в метрах). Эксперимент проводится для трех грузов, установленных на одном радиусе, поэтому в вычислениях следует принимать k=3. Для того чтобы начать колебания нажмите на кнопку с изображением треугольника над экспериментальной установкой. Для этого подведите к ней курсор мыши и щелкните левой кнопкой мыши. Текущее количество колебаний будет указано на дисплее “n=”, а таймер – на дисплее “t=”. Чтобы остановить таймер – повторно нажмите на кнопку с треугольником. Чтобы сбросить – нажмите на кнопку с квадратом. Чтобы снять грузы с диска – щелкните по ним левой копкой мыши, предварительно сбросив таймер.

1. Повторить п.2 для n=12 и n=15.
2. Определить среднее значение периода колебаний  для каждого сета измерений, результат занести в таблицу.
3. Рассчитать суммарную массу , где - масса диска, а k – число грузов. Результат занести в таблицу.
4. Вычислить и определить момент инерции J по формуле (3.87). Результаты занести в таблицу.
5. Построить график зависимости J от .
6. Исследуемое тело поместить на диск и определить время t для n=10 полных колебаний подвеса. Рассчитать период колебаний T=t/n. Результат занести в таблицу.

\*Работа с телом осуществляется аналогично работе с грузами (см. п.2).

1. Повторить п.7 для n=12 и n=15.
2. Определить среднее значение периода колебаний . Результат занести в таблицу.
3. Вычислить массу , где- масса тела, и вычислить . Результаты занести в таблицу.
4. По построенному ранее градуировачному графику определить момент инерции системы , откуда . Результат занести в таблицу.
5. Рассчитать доверительную и относительную погрешности.

**Переменные и константы:**

r0 – радиус грузов.

Jd – момент инерции диска.

Md – масса диска.

m – масса тела.

m0 – масса грузов.

t – текущее время на таймере.

n – текущее число колебаний.

Цифры под грузами – расстояние от соответствующего груза до центра диска при установке его на диск (в метрах).