

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)**

Институт машиностроения и автомобильного транспорта
Кафедра «Технология машиностроения»

Методические указания

к самостоятельной работе студентов по дисциплине
«ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА»

для студентов ВлГУ, обучающихся по направлению
28.03.02 «Наноинженерия»

Составитель:
профессор кафедры ТМС Филимонов В.Н.

Владимир 2016

Методические указания, содержащие рекомендации к самостоятельной работе студентов по дисциплине «Теоретическая механика» для студентов ВлГУ, обучающихся по направлению 28.03.02 «Наноинженерия».

Настоящие методические указания составлены в соответствии с требованиями ФГОС ВО и ОПОП направления подготовки 28.03.02 «Наноинженерия», рабочей программы дисциплины «Теоретическая механика». В качестве рекомендаций для организации эффективной работы студентов использованы методические пособия ведущих ВУЗов России.

Рекомендации предназначены для студентов очной и заочной форм обучения.

Рассмотрены и одобрены на заседании
НМС направления 28.03.02
Протокол № 5/1 от 14.01.2016 г.
Рукописный фонд кафедры ТМС ВлГУ

Рабочей программой дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы студентов, направленной на закрепление и углубление теоретических знаний, развитие практических умений, формирование способностей к самоорганизации и самообразованию:

- проработка конспекта лекций и рекомендованной учебной литературы;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- опережающее изучение учебного материала до его изучения на аудиторном занятии;
- подготовка к практическим занятиям;
- выполнение контрольных работ;
- подготовка к защите заданий курсовой работы;
- подготовка доклада, презентации, экспоната на научную конференцию.

Качество и глубина освоения дисциплины во многом зависит от систематической работы по самостоятельному изучению теоретического материала и методов решения типовых задач в соответствие с тематическим планом дисциплины и содержанием ее разделов (п. 4.1, 4.2 рабочей программы). Прежде всего, следует обратить внимание на обязательную самостоятельную подготовку к текущим аудиторным занятиям по имеющимся в составе УМК дисциплины конспекту лекций и методическим указаниям к практическим занятиям. Эта работа должна сопровождаться непрерывным и эффективным самоконтролем и самооценкой результатов с помощью фонда оценочных средств, для текущего контроля успеваемости в виде вопросов для самоконтроля и тестовых заданий по соответствующей теме (п.6.1).

При планировании времени на самостоятельную подготовку рекомендуется придерживаться установленного в рабочей программе распределения трудоемкости самостоятельной работы в часах по каждой теме (п.4.1). Надо учитывать, что по некоторым, наиболее важным темам, предусмотрены индивидуальные домашние задания или расчетно-графические работы (п.6.3), на выполнение которых следует выделить 50% времени, отведенного рабочей программой на самостоятельную работу по данной теме.

При изучении теоретического материала по каждой теме, предусмотренной тематическим планом дисциплины (п.4.1), рекомендуется придерживаться одинаковой последовательности действий. Начать следует с внимательного прочтения конспекта лекций, акцентируя внимание на основных вопросах, которые отражают наиболее значимые аспекты данной темы (п.4.2).

Если после первого прочтения в конспекте лекций остаются места, трудные для понимания, следует вновь вернуться к их изучению, при этом полезно обратиться к аналогичному параграфу одного из учебников [1а, 1б] в рекомендательном списке

литературы (п.7). Эту же литературу рекомендуется использовать при изучении тем, вынесенных полностью или частично на самостоятельную проработку (п.4.1, 6.3) и при опережающем изучении материала до его изложения на аудиторном занятии. В этих случаях необходимо вести краткий конспект.

Для самопроверки и самооценки подготовленности по данной теме необходимо ответить на вопросы для самоконтроля и выполнить тестовые задания из фонда оценочных средств (п. 6.1). Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на аудиторных занятиях, которая оценивается в баллах, формирующих рейтинговую оценку текущей успеваемости по дисциплине на соответствующем этапе обучения в рамках балльно-рейтинговой системы ВлГУ.

В конспекте лекций содержание дисциплины «Теоретическая механика» представлено в виде последовательного изложения трех основных разделов: «Статика», «Кинематика» и «Динамика».

В разделе 1 «Статика» изучаются условия равновесия механических систем под действием сил, а также правила преобразования различных систем сил. Для успешного освоения теоретического материала этого раздела перед его изучением рекомендуется повторить формулировки основных теорем школьного курса геометрии и формулы тригонометрии. Необходимы также знания основных положений векторной алгебры – векторы и операции над векторами.

Тема 1.1. «Основные понятия и определения. Система сходящихся сил».

Цель изучения темы: освоение базовых понятий, законов и принципов теоретической механики, а также в приобретении знаний о преобразовании и условиях равновесия системы сходящихся сил.

В процессе изучения темы рекомендуется обратить особое внимание на следующие понятия, законы и принципы, обеспечивающие успешное восприятие всех последующих тем раздела:

- материальная точка и механическая система;
- абсолютно твердое тело, свободное и несвободное;
- вектор силы, его характеристики и свойства;
- система отсчета и равновесие тела;
- система сил, уравновешенная система сил;
- силы внешние и внутренние;
- аксиома действия и противодействия;
- аксиома параллелограмма сил;

- связи и реакции связей;
- принцип освобождаемости от связей;
- проекция вектора силы на ось;
- проекция вектора силы на плоскость;
- метод двойного проектирования;
- равнодействующая системы сходящихся сил;
- уравнения равновесия системы сходящихся сил.

В результате изучения теоретического материала темы 1.1 важно твердо знать:

- определения проекции вектора силы на ось и на плоскость;
- уравнения равновесия системы сходящихся сил;
- метод двойного проектирования вектора силы на ось.

Тема 1.2. «Теория моментов. Теория пар».

Цель изучения темы: освоение понятий момента силы относительно точки и оси, пары сил и момента пары сил.

В процессе изучения темы 1.2 рекомендуется акцентировать внимание на следующих понятиях:

- алгебраический момент силы относительно точки;
- плечо силы относительно точки;
- вектор момента силы относительно точки;
- момент силы относительно оси;
- пара сил и ее характеристики;
- вектор момента пары;
- свойства пар.

В результате изучения теоретического материала темы 1.2 важно твердо знать:

– определения алгебраического момента и плеча силы относительно точки, правило знаков;

- направление вектора момента силы относительно точки;
- направление вектора момента пары сил;
- последовательность действий при определении момента силы относительно оси;
- частные случаи, когда какой-либо из моментов равен нулю.

Тема 1.3. «Произвольная система сил».

Цель изучения темы 1.3: приобретение знаний о преобразованиях и условиях равновесия произвольной системы сил.

В процессе изучения темы 1.3 рекомендуется акцентировать внимание на следующих понятиях и теоремах:

- главный вектор и главный момент произвольной системы сил;
- приведение силы к точке;
- приведение произвольной системы сил к точке;
- теорема Вариньона о моменте равнодействующей;
- уравнения равновесия произвольной системы сил, системы параллельных сил, произвольной плоской системы сил.

В результате изучения теоретического материала темы 1.3 важно твердо знать:

- формулировку основной теоремы статики о приведении произвольной системы сил к точке;
- формулировку теоремы Вариньона о моменте равнодействующей и ее частные случаи;
- виды и формы уравнений равновесия для произвольной системы сил, системы параллельных сил, произвольной плоской системы сил.

Тема 1.4. «Центр тяжести».

Цель изучения темы: освоение понятия о центре тяжести тела и способов определения его координат.

В процессе изучения темы 1.4 рекомендуется акцентировать внимание на следующих понятиях и теоремах:

- центр параллельных сил;
- центр тяжести твердого тела и его координаты;
- координаты центров тяжести однородных тел и способы их определения;
- распределенные силы и их преобразование.

В результате изучения теоретического материала темы 1.4 важно твердо знать:

- словестное определение центра тяжести твердого тела;
- формулы для расчета координат центра тяжести тела;
- правило эквивалентной замены распределенной системы сил равнодействующей силой.

Тема 1.5. «Трение».

Цель изучения темы: освоение понятий трения скольжения и трения качения.

В процессе изучения темы 1.5 рекомендуется акцентировать внимание на следующих понятиях:

- сила и коэффициент трения скольжения;
- угол трения и явление самоторможения;
- момент и коэффициент трения качения;

В результате изучения теоретического материала темы 1.5 важно твердо знать:

- формулы для определения величин силы трения скольжения и момента трения качения;
- направления вектора силы трения скольжения и момента трения качения.

В разделе 2 «Кинематика» изучается механическое движение материальных тел без учета их масс и действующих на них сил. Для успешного освоения теоретического материала этого раздела перед его изучением рекомендуется повторить разделы «Дифференциальное и интегральное исчисление», «Аналитическая геометрия» из курса высшей математики.

Тема 2.1. «Кинематика точки».

Цель изучения темы: освоение способов задания движения точки, а также понятий скорости и ускорения точки.

В процессе изучения темы 2.1 рекомендуется акцентировать внимание на следующих понятиях:

- траектория и виды движения точки;
- способы задания движения точки;
- модуль и направление вектора скорости точки;
- модуль и направление вектора ускорения точки.

В результате изучения теоретического материала темы 2.1 важно твердо знать:

- различия между векторными, алгебраическими величинами и модулями скорости и ускорения точки, соответственно;
- формулы для определения скорости и ускорения точки при различных способах задания движения;
- направление вектора скорости точки;
- направление вектора абсолютного ускорения точки и его составляющих.

Тема 2.2. «Простейшие движения твердого тела».

Цель изучения темы: приобретение знаний по исследованию кинематических характеристик простейших движений твердого тела.

В процессе изучения темы 2.2 рекомендуется акцентировать внимание на следующих понятиях и закономерностях:

- распределение скоростей и ускорений точек тела при его поступательном движении;
- векторы угловой скорости и углового ускорения тела вращающегося вокруг неподвижной оси;
- распределение скоростей и ускорений точек тела при его вращательном движении вокруг неподвижной оси.

В результате изучения теоретического материала темы 2.2 важно твердо знать:

- словестные определения поступательного и вращательного движений твердого тела;
- закон вращательного движения твердого тела;
- формулы для определения угловой скорости и углового ускорения вращающегося тела;
- направления векторов угловой скорости и углового ускорения тела;
- формулы распределения скоростей и ускорений точек тела при вращательном движении.

Тема 2.3. «Плоское движение твердого тела».

Цель изучения темы: приобретение знаний по исследованию кинематических характеристик плоского движения твердого тела.

В процессе изучения темы 2.3 рекомендуется акцентировать внимание на следующих понятиях и закономерностях:

- закон плоского движения твердого тела;
- распределение скорости и ускорений точек тела при плоском движении;
- мгновенный центр скоростей и его свойства;
- мгновенный центр ускорений и его свойства;

В результате изучения теоретического материала темы 2.3 важно твердо знать:

- словестное определение плоского движения твердого тела;
- формулу сложения скоростей при плоском движении тела;
- свойства мгновенного центра скоростей;
- способы определения положения мгновенного центра скоростей;
- формулу сложения ускорений при плоском движении тела;

- свойства мгновенного центра ускорений;
- способы определения положения мгновенного центра ускорений.

Тема 2.4. «Сложное движение точки».

Цель изучения темы: приобретение знаний по исследованию кинематики сложного движения точки.

В процессе изучения темы 2.4 рекомендуется акцентировать внимание на следующих понятиях и теоремах:

- абсолютное и относительно движение точки, переносное движение;
- теорема сложения скоростей при сложном движении точки;
- теорема сложения ускорений при сложном движении точки;
- ускорение Кориолиса.

В результате изучения теоретического материала темы 2.4 важно твердо знать:

- словестное определение сложного движения точки;
- словестные определения абсолютного и относительного движений точки, переносного движения;
- формулу сложения скоростей при сложном движении точки;
- формулу для определения ускорения Кориолиса;
- направление вектора ускорения Кориолиса;
- частные случаи, когда ускорение Кориолиса равно нулю.

В разделе 3 «Динамика» изучается механическое движение материальных тел и механических систем под действием сил. Для успешного усвоения теоретического материала этого раздела перед его изучением рекомендуется повторить раздел «Дифференциальные уравнения» из курса высшей математики.

Тема 3.1. «Динамика материальной точки».

Цель изучения темы: приобретение знаний по исследованию динамики материальной точки в инерциальной системе отсчета.

В процессе изучения темы 3.1 рекомендуется акцентировать внимание на следующих вопросах:

- аксиомы динамики;
- дифференциальные уравнения движения материальной точки в координатной и естественной формах;
- постановка и решение двух задач динамики материальной точки.

В результате изучения теоретического материала темы 3.1 важно твердо знать:

- формулировки трех аксиом динамики;
- основное уравнение динамики;
- формулировки первой и второй задач динамики материальной точки.

Тема 3.2. «Механическая система. Динамика центра масс систем»

Цель изучения темы: приобретение знаний о влиянии массовых и геометрических параметров на движение механической системы и ее центра масс.

В процессе изучения темы 3.2 рекомендуется акцентировать внимание на следующих понятиях и теореме:

- центр масс механической системы и его координаты;
- моменты инерции тел;
- теорема о движении центра масс механической системы, следствия из теоремы.

В результате изучения теоретического материала темы 3.2 важно твердо знать:

- словестное определение осевого момента инерции тела (механической системы);
- теорему о моментах инерции механической системы относительно параллельных осей;
- формулировку теоремы о движении центра масс механической системы.

Тема 3.3. «Энергия механической системы».

Цель изучения темы: освоение понятий кинетической энергии, потенциальной энергии, работы силы и приобретение знаний по исследованию движения механической системы с помощью теоремы об изменении кинетической энергии.

В процессе изучения темы 3.3 рекомендуется акцентировать внимание на следующих понятиях и теореме:

- кинетическая энергия материальной точки и механической системы;
- потенциальная энергия материальной точки и механической системы;
- работа силы на конечном перемещении и элементарная работа силы;
- теорема об изменении кинетической энергии механической системы.

В результате изучения теоретического материала темы 3.3 важно твердо знать:

- формулы для определения кинетической энергии твердого тела при поступательном, вращательном и плоскопараллельном движениях;
- словестное определение потенциальной энергии материальной точки;

- формулу для определения работы постоянной силы на конечном прямолинейном перемещении ее точки приложения;
- аналитическое выражение для элементарной работы силы;
- формулу для определения работы пары сил, приложенной к вращающемуся твердому телу;
- формулировку и формализованную запись теоремы об изменении кинетической энергии механической системы в интегральной форме.

Тема 3.4. «Принцип Даламбера».

Цель изучения темы: приобретение знаний по исследованию динамики механической системы методом кинетостатики.

В процессе изучения темы 3.4 рекомендуется акцентировать внимание на следующих понятиях и вопросах:

- сила инерции материальной точки;
- главный вектор и главный момент сил инерции материальных точек механической системы (твердого тела);
- приведение системы сил инерции материальных точек тела к заданному центру при поступательном, вращательном и плоском движениях;
- принцип Даламбера;
- метод кинетостатики и уравнения динамического равновесия механической системы.

В результате изучения теоретического материала темы 3.4 важно твердо знать:

- формулу для определения силы инерции материальной точки;
- направление вектора силы инерции материальной точки;
- формулы для определения главного вектора и главного момента сил инерции материальных точек системы;
- направления главного вектора и главного момента;
- частные случаи приведения сил инерции материальных точек тела при его поступательном движении и вращательном движении однородного тела вокруг оси симметрии;
- формулировку принципа Даламбера;
- методику составления уравнений динамического равновесия механической системы.

Тема 3.5. «Принцип возможных перемещений».

Цель изучения темы: приобретение знаний по исследованию равновесия механической системы с помощью принципа возможных перемещений.

В процессе изучения темы 3.5 рекомендуется акцентировать внимание на следующих понятиях и вопросах:

- возможные перемещения точек механической системы;
- возможная работа силы;
- классификация связей;
- идеальные связи;
- принцип возможных перемещений.

В результате изучения теоретического материала темы 3.5 важно твердо знать:

- условия, которым должны удовлетворять возможные перемещения точек системы;
- разницу между возможными перемещениями точки и ее действительным перемещением;
- формулу для вычисления возможной работы силы;
- условие идеальности связи и примеры идеальных связей;
- формулировку и формализованную запись принципа возможных перемещений.

Тема 3.6. «Уравнения Лагранжа».

Цель изучения темы: приобретение знаний по исследованию равновесия и динамики механической системы с несколькими степенями свободы с помощью уравнений Лагранжа в обобщенных координатах.

В процессе изучения темы 3.6 рекомендуется акцентировать внимание на следующих понятиях и вопросах:

- обобщенные координаты и число степеней свободы механической системы;
- обобщенные силы;
- уравнения равновесия Лагранжа в обобщенных координатах;
- устойчивость равновесия консервативной механической системы;
- уравнения Лагранжа второго рода.

В результате изучения теоретического материала темы 3.6 важно твердо знать:

- какие параметры называются обобщенными координатами механической системы;
- как определяется число степеней свободы механической системы;
- формулы и последовательность действий для определения обобщенных сил;

- условия равновесия механической системы в обобщенных координатах;
- условие устойчивости положения равновесия консервативной системы с одной степенью свободы;
- общий вид уравнений Лагранжа второго рода для механической системы с несколькими степенями свободы.

Вместе с изучением теоретического материала необходимо осваивать методику решения типовых задач по соответствующей теме. Для этой цели при самостоятельной работе подготовке, кроме конспекта лекций, рекомендуется воспользоваться методическими указаниями к практическим занятиям, содержащимися в составе УМК дисциплины и учебными пособиями [2а, 2б] из рекомендательного списка литературы (п. 7 рабочей программы). В них представлен широкий круг задач по всем темам с методиками и подробными решениями, а также задачи для самостоятельного решения с ответами.

Прежде всего, следует ознакомиться с методикой решения задач по данной теме, подробно рассмотреть пример решения одной из задач. Далее выбрать аналогичную решенную задачу из рекомендованных источников, прочитать только постановку задачи и попытаться ее решить самостоятельно. Если где-то по ходу решения возникнут сомнения или вопросы нужно обратиться за пояснениями к решению, которые содержатся в пособии и, далее продолжить решение задачи самостоятельно. В конечном итоге после нескольких аналогичных попыток важно обойтись без помощи учебного пособия и хотя бы одну (две) задачи, из рекомендованных для самостоятельного решения по данной теме, довести до правильного ответа. Если у обучающегося остаются вопросы по изучаемой теме необходимо обратиться за консультацией к ведущему преподавателю.

Для закрепления полученных знаний и практических навыков по наиболее значимым темам каждого из трех разделов дисциплины необходимо выполнить контрольные работы из фонда оценочных средств и задания курсовой работы (КР), предусмотренные рабочей программой. Примеры выполнения заданий КР и методические указания к содержанию пояснительной записки имеются в рекомендованном учебном пособии [3б]. Вопросы для защиты заданий КР по каждому из разделов дисциплины приведены в пункте 6.3 рабочей программы.

Защита заданий КР проводится в режиме собеседования на консультациях по расписанию в установленные сроки. Результаты защиты оцениваются в баллах, формирующих рейтинговую оценку текущей успеваемости по дисциплине на соответствующем этапе обучения в рамках балльно-рейтинговой системы ВлГУ.