

**Аннотация рабочей программы дисциплины «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА»
для специальности 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и
ракетно-космических комплексов,
специализация образовательной программы № 10 – «Пилотируемые и автоматиче-
ские космические аппараты и системы»**

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Теоретическая механика» (модуля) как одной из составляющих фундаментальных естественнонаучных знаний является формирование у студентов современной научной базы, необходимой для понимания и усвоения специальных и технических дисциплин, необходимых для работы по специальности.

Задачи изучения дисциплины (модуля):

- дать студенту первоначальные представления о постановке инженерных задач, составлении математических и динамических моделей изучаемого механического явления;
- освоить методы определения силовых факторов и других характеристик при равновесии расчетного объекта;
- усвоить основы кинематического и динамического исследования расчетного объекта;
- формирование знаний и навыков, необходимых для изучения ряда профессиональных дисциплин, развитие логического мышления и творческого подхода к решению профессиональных задач.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения дисциплины обучающийся формирует и демонстрирует следующие общекультурные и общепрофессиональные компетенции ОК-16.

Обучающийся должен обладать:

- способностью использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач (ОК-16);
- пониманием роли математических и естественнонаучных наук и способностью к приобретению новых математических и естественнонаучных знаний, с использованием современных образовательных технологий, способностью использовать в профессиональной деятельности знания и методы, полученные при изучении математических и естественнонаучных дисциплин (модулей) (ОК-16).

В результате изучения теоретической механики студенты должны приобрести следующие знания, умения и навыки, применяемые в их последующем обучении и профессиональной деятельности:

Знать (ОК-16):

- основные понятия и концепции теоретической механики, важнейшие теоремы теоретической механики и их следствий, порядок применения аппарата теоретической механики в важнейших практических приложениях;
- методы теоретической механики, которые применяются в прикладных дисциплинах;
- основные механические величины, их определения, смысл и значения для теоретической механики;
- основные модели механических явлений, идеологию моделирования технических систем и принципы построения математических моделей механических систем;
- основные теоремы и положения, методы составления уравнений, описывающих динамику, кинематику и статику механизмов;
- основные методы исследования равновесия и движения механических систем, важнейшие (типовые) алгоритмы такого исследования.

Уметь (ОК-16):

- интерпретировать механические явления при помощи соответствующего теоретического аппарата;
- пользоваться определениями механических величин и понятий для правильного истолкования их смысла;
- объяснять характер поведения механических систем с применением важнейших теорем теоретической механики и их следствий;
- записывать уравнения, описывающие поведение механических систем, учитывая размерности механических величин и их математическую природу (скаляры, векторы, линейные операторы);
- применять основные методы исследования равновесия и движения механических систем, а также типовые алгоритмы такого исследования при решении конкретных задач;
- используя основные положения теоретической механики составлять уравнения, описывающие статику, кинематику и динамику механизмов;
- определять силы реакций, действующих на тело, и силы взаимодействия между телами системы;
- анализировать кинематические схемы механических элементов агрегатов и комплексов, определять их основные динамические характеристики;
- пользоваться при аналитическом и численном исследовании математико-механических моделей технических систем возможностями современных компьютеров и информационных технологий.

Владеть навыками (ОК-16):

- применения основных законов теоретической механики в важнейших практических приложениях;
- применения основных методов исследования равновесия и движения механических систем для решения естественнонаучных и технических задач;
- построения и исследования математических и механических моделей технических систем;
- составления и решения задач теоретической механики;
- применения типовых алгоритмов исследования равновесия и движения механических систем;
- использования возможностей современных компьютеров и информационных технологий для исследования математико-механических моделей технических систем;
- критериями выделения основных параметров, влияющих на устойчивую работу установок и агрегатов;
- опытом работы и использования научно-технической информации, Internet-ресурсов, баз данных и каталогов, электронных журналов и патентов, поисковых ресурсов и др. в области высокотехнологического оборудования, в том числе, на иностранном языке.

3. Содержание дисциплины

Введение. Предмет и значение теоретической механики в формировании бакалавра и ее место среди других естественных и технических наук. Краткий исторический очерк развития механики. Основные понятия: механическое движение, равновесие, пространство, время, системы отсчета. Метод научной абстракции в теоретической механике. Модели материального объекта: материальная точка, абсолютно твердое тело, система материальных точек, механическая система. Предмет статики. Задачи статики. Основные понятия и определения статики: сила и система сил. Виды сил: равнодействующая и уравновешивающая, внешние и внутренние, сосредоточенные и распределенные, активные и пассивные. Системы сил: эквивалентные и уравновешенные, сходящиеся, параллельные, плоские и пространственные. Свободные и несвободные тела. Аксиомы статики. Связи и реакции связей.

Система сходящихся сил. Приведение системы сходящихся сил к простейшему виду (геометрический способ - параллелограмм и треугольник сил) Проекция силы на оси декартовой системы координат. Приведение системы сходящихся сил к простейшему виду (аналитический способ). Условия и уравнения равновесия системы сходящихся сил. Теоремы о трех силах. Статически определимые и статически неопределимые задачи. Теория моментов сил. Векторный и алгебраический момент силы относительно точки. Пара сил и ее действие на тело. Свойства пар сил. Условие и уравнение равновесия системы пар сил. Векторный и алгебраический момент силы относительно оси. Момент силы относительно начала координат. Теорема Вариньона.

Приведение систем сил к простейшему виду. Приведение силы к точке, не лежащей на линии действия силы. Приведение плоской системы сил к простейшему виду. Основная теорема статики (теорема Пуансо): понятие главного вектора, главного момента. Частные случаи приведения плоской системы сил к простейшему виду. Приведение пространственной системы сил к простейшему виду. Частные случаи приведения пространственной системы сил к простейшему виду. Динамический винт. Инварианты пространственной системы сил.

Условия и уравнения равновесия плоской и пространственной систем сил. Аналитические условия и уравнения равновесия плоской системы сил. Равновесие системы сочлененных тел. Аналитические условия и уравнения равновесия пространственной системы сил. Условия и уравнения равновесия пространственной системы сил параллельных сил.

Расчет плоских ферм. Основные понятия и определения. Метод вырезания узлов, метод сечений Риттера. Леммы о нулевых стержнях.

Трение. Сцепление и трение скольжения. Угол и конус трения. Трение качения. Равновесие тела при наличии трения.

Центр тяжести. Последовательное сложение параллельных сил. Центр параллельных сил. Центр тяжести твердого тела. Определение положения центра тяжести плоской фигуры по центрам тяжести ее частей. Способ отрицательных площадей.

Кинематика точки. Введение в кинематику. Кинематика материальной точки. Векторный способ записи движения: положение точки, закон движения, перемещение, средняя и мгновенная скорость точки (модуль и направление), годограф радиус - вектора, годограф скорости, среднее и мгновенное ускорение точки (модуль и направление). Координатный способ описания движения: - прямоугольные декартовы координаты: уравнения движения и уравнение траектории, проекции скорости и ускорения, модуль и направление скорости и ускорения. Естественный способ записи движения точки: естественные координаты, закон движения, естественный трехгранник, модуль и направление скорости и ускорения. Частные случаи описания движений.

Простейшие движения абсолютно твердого тела. Поступательное движение тела: определение, обобщенные координаты и уравнения поступательного движения, теорема о траекториях, скоростях и ускорениях точек тела. Вращательное движение твердого тела вокруг неподвижной оси: определение, уравнение движения, характеристики вращательного движения – угол поворота, угловая скорость и угловое ускорение. Линейная скорость при вращательном движении – модуль и направление скорости точки (формула Эйлера), модуль и направление ускорения точки (формула Ривальса). Формулы Пуассона. Способы передачи вращательного движения. Передаточные механизмы.

Плоскопараллельное движение твердого тела. Определение, теорема о разложении плоского движения, уравнения движения. Скорости при плоском движении: общий метод вычисления скоростей через полюс, теорема о проекциях, мгновенный центр скоростей: методы его вычисления и применения. Вычисление угловой скорости. Центроиды. Мгновенный центр ускорений. Вычисление ускорений через полюс, через мгновенный центр ускорений.

Сложное движение точки. Сложное движение материальной точки. Постановка задачи, понятие об относительном, переносном и абсолютном движении. Теоремы о соот-

ношении скоростей и ускорений при поступательном переносном движении, теорема Кориолиса, модуль и направление кориолисова ускорения (правило Н.Е.Жуковского).

Сферическое движение твердого тела. Сферическое движение твердого тела (движение твердого тела с одной неподвижной точкой). Определение сферического движения, углы Эйлера, уравнения движения, теорема Эйлера – Даламбера. Мгновенная ось вращения. Аксоиды. Угловая скорость и ускорение при сферическом движении. Кинематические уравнения Эйлера. Линейные скорости и ускорения точек при сферическом движении.

Общий случай движения твердого тела. Общий случай движения твердого тела. Число степеней свободы. Разложение движения твердого тела на поступательное и сферическое. Уравнения движения. Распределение скоростей и ускорений свободного тела при его пространственном движении. Угловая скорость и угловое ускорение. Линейная скорость и линейные ускорения точек.

Сложное движение твердого тела. Сложные движения твердого тела. Сложение двух поступательных движений твердого тела. Сложение поступательного и вращательного движений. Сложение двух вращений твердого тела (оси скрещиваются). Сложение вращательных движений тела вокруг пересекающихся осей. Пара вращений. Сложение двух вращений тела вокруг параллельных и антипараллельных осей.

3

Динамика как раздел теоретической механики. Законы Галилео-Ньютона. Инерциальная и неинерциальная системы отсчета. Дифференциальные уравнения движения свободной и несвободной материальной точки: в векторном виде, в проекциях на оси декартовой и естественной систем координат. Первая и вторая задачи динамики и методы их решения. Основные виды прямолинейного движения точки, свободное прямолинейное движение точки. Криволинейное движение материальной точки: движение материальной точки в пустоте. Дифференциальные уравнения движения системы материальных точек.

Колебания в природе и технике. Понятие малых колебаний. Свободные колебания для систем с одной степенью свободы: закон собственных колебаний системы, основные свойства собственных колебаний. Свободные колебания для систем с одной степенью свободы при наличии сопротивления пропорционального скорости: свойства колебаний с сопротивлением. Вынужденные колебания для систем с одной степенью свободы при отсутствии сопротивления: закон колебаний, свойства вынужденных колебаний. Вынужденные колебания с одной степенью свободы при наличии сопротивления пропорционального скорости: свойства вынужденных колебаний.

Геометрия масс. Масса механической системы. Центр масс механической системы. Моменты инерции материальной точки относительно полюса, оси, плоскости. Моменты инерции системы материальных точек относительно полюса, оси, плоскости. Моменты инерции абсолютно твердого тела. Моменты инерции однородных тел. Радиус инерции. Физический смысл моментов инерции. Теорема о моментах инерции относительно параллельных осей (теорема Гюйгенса-Штейнера). Осевые и полярный моменты инерции в декартовых координатах, связь между ними. Центробежные моменты инерции. Главные оси инерции и их свойства. Момент инерции относительно оси любого направления. Эллипсоид инерции.

Общие теоремы динамики материальной точки и механической системы. Центр масс однородных тел. Теорема о движении центра масс. Закон сохранения движения центра масс.

Общие теоремы динамики материальной точки и механической системы. Количество движения материальной точки и механической системы относительно центра и оси. Количество движения абсолютно твердого тела. Теорема об изменении количества движения (дифференциальный вид). Понятие элементарного импульса и импульса силы за какой-либо промежуток времени. Теорема импульсов (интегральный вид теоремы об из-

менении количества движения). Закон сохранения количества движения. Закон сохранения импульса.

Общие теоремы динамики материальной точки и механической системы. Кинетическая энергия: материальной точки, системы материальных точек, абсолютно твердого тела (при поступательном, вращательном и плоском движении). Теорема Кенига. Работа силы: элементарная работа сил, приложенных к твердому телу, - на конечном перемещении, силы тяжести, силы трения скольжения, силы упругости. Элементарная работа момента силы. Мощность силы и пары сил. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии изменяемых и неизменяемых механических систем (дифференциальный и интегральный вид). Понятие о силовом поле. Потенциальное силовое поле и его свойства. Эквипотенциальные поверхности. Потенциальная функция. Потенциальная энергия. Закон сохранения полной механической энергии.

Общие теоремы динамики материальной точки и механической системы. Теорема об изменении кинетического момента. Момент количества движения материальной точки относительно полюса. и оси. Момент количества движения относительно начала координат. Кинетический момент механической системы относительно точки и оси. Кинетический момент вращающегося тела относительно оси вращения. Теорема об изменении кинетического момента. Закон сохранения кинетического момента.

Принцип Даламбера для материальной точки и механической системы. Силы инерции. Принцип Даламбера для механической системы. Главный вектор сил инерции. Главный момент сил инерции. Частные случаи приведения сил инерции: при поступательном движении, при вращательном движении вокруг центра масс, при вращении вокруг произвольной оси, при плоском движении, при равномерном вращении однородного стержня. Определение динамических реакций подшипников при вращении тела вокруг неподвижной оси. Относительное движение материальной точки.

Аналитическая механика. Аналитические связи и их классификация. Перемещения возможные и действительные. Принцип виртуальных перемещений и скоростей. (Принцип Лагранжа). Метод кинетостатики. Принцип Даламбера-Лагранжа. Общее уравнение динамики. Относительное движение материальной точки.

Дифференциальные уравнения движения механической системы в обобщенных координатах. Обобщенные координаты скорости, ускорения и возможные перемещения механической системы. Представление кинетической и потенциальной энергии в квадратичной форме. Обобщенные силы и методы их вычисления. Вывод уравнений Лагранжа второго рода из общего уравнения динамики. Физический смысл уравнений Лагранжа второго рода. Функция Лагранжа. Принцип возможных перемещений в обобщенных координатах. Уравнения Лагранжа второго рода для консервативных механических систем.

Элементарная теория гироскопа. Понятие о гироскопе. Основные допущения элементарной теории гироскопа. Действие силы на ось гироскопа. Регулярная прецессия гироскопа. Гироскопический момент. Гироскопический эффект. Кинетический момент быстровращающегося гироскопа. Гироскоп с двумя степенями свободы.

Элементарная теория удара. Основные понятия и определения теории удара. Перемещения точек при ударе. Ударный импульс. Удар материальной точки об идеально гладкую поверхность. Коэффициент восстановления скорости при ударе. Общие теоремы динамики в теории удара. Прямой центральный удар двух тел. Удар по вращающемуся телу. Центр удара. Условие отсутствия ударных реакций.