

Проектирование и эксплуатация современных сложных технических систем все больше требует поддержки со стороны моделирования. Давно ушли в историю методы проектирования, основанные только лишь на опыте и интуиции инженеров и техников. Современные технологии проектирования подразумевают применение научных знаний, математических моделей, методов оптимизации с целью получения объекта с наилучшими свойствами. Кроме того, техническая документация проекта (чертежи) в наши дни тоже создается программными средствами автоматизированного проектирования.

Следует заметить, что, поскольку моделирование позволяет в ходе проектирования создавать объекты с заданными параметрами, моделирование позволяет существенно сократить затраты на доработку спроектированного изделия по результатам последующих испытаний опытных образцов.

Функционирование современных сложных технических систем требует управления и регулирования режимов их работы. Такое управление сегодня производится компьютерами на основе моделей объектов управления, которые позволяют учесть возможные взаимосвязи и ограничения, установить оптимальные режимы функционирования.

Рассмотренные выше примеры использования моделей показывают, что роль моделирования в современной технике трудно переоценить. Пройденный долгий путь, начавшийся с применения макетов и материальных моделей, сегодня продолжен сложнейшими математическими и имитационными компьютерными моделями [1].

### Литература

1. Беспалько, В.П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения / В. П. Беспалько. – М. : Высшая школа, 1995. – 336 с.

**В.А. Казлов** (УО «ГГУ имени Ф. Скорины», Гомель)

Науч. рук. **А.Л. Самофалов**, д-р физ.-мат. наук, доцент

### **РАЗРАБОТКА ДЕЙСТВУЮЩЕЙ МОДЕЛИ МАХОЛЕТА В РАМКАХ ФАКУЛЬТАТИВНОГО ЗАНЯТИЯ ПО ФИЗИКЕ**

Машущий полет птиц и насекомых всегда привлекает внимание той легкостью, с которой они его совершают. Наблюдения убеждают, что, например, при полете чайка прикладывает силы не больше, чем при быстром передвижении по земле. Летящий воробей прикладывает силы

не больше, чем прыгающий по земле. Но скорость их полета во много раз больше скорости передвижения по земле.

Некоторые птицы часами держатся в воздухе и пролетают тысячекилометровые расстояния – это показывает, насколько экономно расходуют они свою мускульную энергию.

На заре развития авиации появились маленькие модели принципиально различных схем, летавшие с помощью резиновых моторов. Среди них были модели самолетов (аэропланов), имевшие рейку, на которой крепились крыло, стабилизатор и винт, вращаемый резиновым мотором; модели вертолетов (геликоптеров), у которых на рейку крепились два противоположно вращающихся от резиновых моторов винта; и несколько хорошо летавших моделей махолетов (орнитоптеров), у которых к рейке крепились крылья, машущие с помощью резиновых моторов.

Через 40 лет после первых полетов этих моделей уже строили в большом количестве самолеты различных конструкций и успешно летали на них. Освоить полет на аппарате, имеющем неподвижное крыло и винт (аэроплане), оказалось нетрудно.

Только через 60 лет после первых полетов моделей вертолетов люди смогли освоить полет на вертолете. Освоить полет на аппарате с вращающимися крыльями оказалось труднее, чем с неподвижными крыльями.

В настоящее время, спустя 90 лет после первых полетов моделей с машущими крыльями, все еще не освоен полет на аппарате с машущими крыльями (махолете). Освоить полет на аппарате с машущими крыльями оказалось наиболее сложным.

После практического освоения полета на вертолете стало известно, что он расходует горючего на полет больше, чем самолет, не может развивать скорости самолета и в целом ряде других свойств не может с ним соревноваться. Но, несмотря на это, вертолеты строят и применяют потому, что у них выявились и такие полезные свойства, которых не имеет самолет.

За всю историю стремления человечества к птичьему полету секрет этого полета знали, видимо, лишь двое. Это были мифические герои Дедал и Икар, единственные в истории преодолевшие притяжение земли за счет энергии машущих крыльев. Однако тайна принципа полета птиц утонула вместе с ними в глубине ушедшего времени.

С тех пор люди, озабоченные проблемой птичьего полета, ни разу не добивались успеха.

Леонардо да Винчи был убежден, что «человек, преодолевающий сопротивление воздуха с помощью больших искусственных крыльев, может подняться в воздух».

Убежденный в своей правоте, он начал разрабатывать аппарат, приводимый в движение только силой мышц человека, и позволяющий ему парить в воздухе как птица. Существует множество рисунков такого «ornitotteri», придуманных Леонардо. Одни из них изображают лежащего человека, который собирается взлететь с помощью механизмов, присоединенных к крыльям; другие – движение вперед при помощи более совершенной системы винтов и шкива.

Есть и рисунки человека, расположенного вертикально в летательном корабле, на педали которого он нажимал руками и ногами. Чтобы сконструировать крылья «ornitotteri», Леонардо изучал анатомию птичьего крыла, учитывая функции и распределение его перьев. Наблюдая за полетом птицы, ученый заметил, что она по-разному машет крыльями, когда зависает в воздухе, летит вперед или приземляется. Его интересовали также перепончатые крылья летучих мышей. На основе этих наблюдений Леонардо сконструировал огромные крылья, предназначенные не только для поднятия человека в воздух, но и удержания его в полете, благодаря элеронам и шарнирам. Он собирался имитировать воздушную акробатику птиц, их способность беречь энергию в полете и точно приземляться. До конца XV столетия Леонардо был убежден, что сможет осуществить проект механического полета. Однако его беспокоило то обстоятельство, что возможности мышц человека ограничены. Поэтому он собирался вместо энергии мускулов использовать механизм лука, который обеспечивал бы движение вперед. Впрочем, лук не решал проблем автономности в полете, возникающих при быстром раскручивании пружины.

С 1503 по 1506 г. Леонардо был занят исследованиями в Тоскане. Атмосферные условия, наличие или отсутствие ветра, соответствующие метеорологические и аэродинамические явления заставили его отказаться от своей старой идеи об «инструменте», основанном на взмахе крыльев, и признать «полет без движения крыльев».

Наблюдая, как большие птицы позволяют воздушным потокам подхватить и нести их в воздухе, Леонардо думал об оснащении человека большими составными крыльями, которые дадут ему возможность войти в подходящий воздушный поток при помощи несложных движений тела и не затратить много сил на это. Человек будет свободно парить, пока не опустится на землю как “сухой лист”.

Систематические исследования, предпринятые Леонардо в начале XVI в., привели его к необходимости изучить «качество и плотность воздуха». Для этой цели он сконструировал гидростатические инструменты. Леонардо подчеркивал, что законы аэродинамики аналогичны законам гидростатики, т. е. наука о воде является зеркальным отражением науки о ветре, «которую (науку о ветре) мы

покажем через движение воды и эта важная наука станет шагом вперед в понимании полета птицы в воздухе».

На самом деле конструирование аппаратов способных летать издавна привлекало внимание человека. Увлечение авиамоделизмом, которое у многих начинается с воздушных змеев и бумажных самолетиков, в наше время успешно реализовано за счет производителей радиоуправляемых моделей. Модели самолетов сложно назвать игрушками, потому что большинство из них участвуют в серьезных соревнованиях. Профессионалы разделяют авиамоделизм на любительский и спортивный, при этом первый тип увлечения имеет наибольшее число поклонников.

Таким образом, в настоящее время мы не имеем реальных конструктивных решений, обеспечивающих идею машущего полета.

Тем более, что пока еще не обоснована теоретически суть подъемной силы крыльев орнитоопера.

Существует два типа моделей махолета: *центропланные* – центральная часть крыльев которых неподвижна по отношению к корпусу, и *бесцентропланные* – с движущимися крыльями. Второй тип махолета – наиболее интересный по конструкции и самый сложный в изготовлении.

Многие дети даже не представляют себе, как работают махолеты, именно поэтому, эта тема будет особенно интересна школьникам. Даже учащиеся младших классов, в кружках технического творчества, могут изготовить простейшую модель махолета. На занятии учащиеся смогут не только изготовить действующую модель махолета своими руками, но и изучить теоретические основы принципа его работы и найти пути совершенствования его технических характеристик.

Поэтому задачей данной работы является разработка плана-конспекта факультативного занятия по физике «Разработка действующей модели махолета» и изготовление такой модели.

### Литература

1. Костенко, И.С. Авиамоделизм [Электронный ресурс], – <http://alternathistory.com/makholety-mechta-ili-realnost>. (дата обращения: 27.02.2017).

2. Теория машущего полета // Моделист конструктор. – 1975. – № 8. – С. 13–18.

3. Васильев Г.С., Рябушкин А.С. Модели с машущими крыльями. – М. : 1960. – 267.