

*Дремов Ф.В., Петровский С.П., Попов В.А. Применение компьютерного моделирования для исследования полёта вертолёт в процессе подготовки будущего военного лётчика // Академия педагогических идей «Новация». – 2019. – №1 (январь). – АРТ 43-эл. – 0,3 п. л. – URL: <http://akademnova.ru/page/875548>*

**РУБРИКА: ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

**УДК 378.147.88**

**Дремов Феликс Владимирович**  
преподаватель, канд. техн. наук, доцент,  
**Петровский Сергей Петрович**  
старший преподаватель,  
**Попов Вадим Алексеевич**  
преподаватель.  
Филиала ВУНЦ ВВС «ВВА» в г. Сызрани  
e-mail: [dryomov.feliks@yandex.ru](mailto:dryomov.feliks@yandex.ru)

**ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЁТА ВЕРТОЛЁТА В ПРОЦЕССЕ  
ПОДГОТОВКИ БУДУЩЕГО ВОЕННОГО ЛЁТЧИКА**

*Аннотация.* В статье рассмотрены особенности подготовки курсантов военного ВУЗа к полётам, возможности компьютерного моделирования управляемого полёта вертолёт с точки зрения повышения эффективности формирования профессиональных компетенций будущих военных лётчиков.

*Ключевые слова:* вертолёт, полёт, компьютерное моделирование, профессиональная подготовка.

**Dremov Felix Vladimirovich**

teacher, cand. tech. sciences, Associate Professor,

**Petrovsky Sergey Petrovich**

senior lecturer,

**Popov Vadim Alekseevich**

teacher.

Branch VUNC VVS «Air Force» in the city of Syzran

e-mail: [dryomov.feliks@yandex.ru](mailto:dryomov.feliks@yandex.ru)

**APPLICATION OF COMPUTER SIMULATION FOR RESEARCH  
OF THE FLIGHT OF A HELICOPTER IN THE PROCESS  
OF PREPARING A FUTURE MILITARY PILOT**

*Annotation.* The article describes the features of training cadets of a military college

for flying, the possibilities of computer simulation of a helicopter's controlled flight from the point of view of increasing the efficiency of forming professional competencies of future military pilots.

*Keywords:* helicopter, flight, computer simulation, professional training.

Эффективность применения вертолётной авиации, как показывает опыт локальных конфликтов, в значительной степени определяется, уровнем подготовки лётного состава. Проблема улучшения профессиональной подготовки будущих лётчиков занимает главное место в образовательном процессе военного лётного ВУЗа.

В профессиональном образовании компьютерные технологии обучения приобретают всё большее значение в силу того, что они обеспечивают существенное повышение эффективности подготовки специалистов. Моделирование служит для исследования свойств объектов, процессов, получения о них новых знаний. Компьютерное моделирование позволяет организовать творческую деятельность обучаемых по изучению объектов и процессов практически любой сложности. Для будущих военных лётчиков особую актуальность имеет включение в учебный процесс занятий по компьютерному моделированию траекторий и режимов полёта, процессов управления, обеспечивающих повышение эффективности и безопасности боевого применения вертолётов. В процессе численного экспериментирования на компьютере должны решаться задачи моделирования как основных режимов движения и манёвров, так и задачи построения оптимальных траекторий и режимов управляемого полёта. Очевидно, что включение в образовательный процесс занятий исследовательского характера по моделированию управляемого полёта позволит повысить качество профессиональной подготовки выпускников вертолётчиков.

Целью статьи является выявление возможностей использования компьютерных технологий для формирования у курсантов способности эксплуатировать вертолёты в мирное и военное время.

Задачи исследования: определить проблемы в использовании компьютерных технологий для формирования профессиональных знаний и умений курсантов лётного ВУЗа, предложить пути их решения; показать на конкретных примерах возможности компьютерного моделирования при решении оптимизационных задач динамики полёта вертолёта.

Анализ источников информации показывает, что разработкой и использованием компьютерных технологий в образовании, науке и технике занимались многие учёные, исследователи, инженеры [1- 14], в частности, математическому и компьютерному моделированию посвящены труды [6- 14]. Напомним, что под компьютерной моделью понимается математическая модель, реализованная с помощью программных средств на компьютере. Математическая модель - это математическое описание объекта, (процесса) достаточно точно отображающее его известные свойства. Математическая компьютерная модель позволяет получить дополнительно, на основе численного экспериментирования, новые знания о свойствах объекта.

Важнейшую роль в профессиональной подготовке будущих лётчиков играют компьютерные технологии, реализованные в комплексных пилотажных тренажёрах (КТ). Однако существуют и недостатки обучения на КТ, например: на КТ возможно привитие ложных навыков в силу несовершенства математической модели летательного аппарата; недостаточно полно учитываются эксплуатационные факторы; отсутствует возможность оптимизации траекторий, режимов полёта и их воспроизведение. Негативным фактором является то, что курсанты не имеют возможности в должном объёме получить тренажную подготовку на КТ, в связи с их недостаточным количеством. Из сказанного следует актуальность включения в учебный процесс занятий по моделированию аэродинамики и динамики управляемого полёта в компьютерных классах. Такие занятия могут существенно улучшить процесс формирования профессиональных компетенций обучаемых. Одной из важных проблем, сдерживающих реализацию компьютерного моделирования в учебном процессе, является отсутствие совершенных математических моделей

аэродинамики и динамики управляемого полёта вертолётa. Эти модели есть у разработчиков вертолётa, но отсутствуют в учебном заведении. В настоящее время существует, однако, возможность создания достаточно простых адекватных компьютерных моделей аэродинамики и динамики одномерного и плоского движения вертолётa, оптимизации такого движения.

Занятия на персональных компьютерах, по мнению авторов, могут быть реализованы в виде лабораторных работ исследовательского характера. На занятиях может быть, в частности, детально исследовано влияние эксплуатационных факторов, ограничений на параметры полёта и управления, начальных и конечных условий, времени выполнения манёвра, на динамику и безопасность полёта вертолётa. Возможно решение большого числа оптимизационных задач динамики полёта. Критериями оптимальности могут быть, например, время движения, отклонения параметров полёта за допустимые границы, погрешности в достижении требуемого конечного состояния вертолётa. Такие исследования дают возможность получить более полное представление (знание) о лётных возможностях вертолётa и повысить, в дальнейшем, эффективность его боевого применения. Отметим, что моделирование оптимальных манёвров и режимов полёта на КТ невозможно.

Компьютерное моделирование осуществляется при помощи программных продуктов, позволяющих моделировать функционирование систем, поведение объектов, в том числе и летательных аппаратов. Наибольшее распространение среди этих продуктов получила компьютерная система математических и научно-технических расчётов MatLab. Эта система имеет свой язык и среду программирования, проблемно ориентированные программные пакеты,

удобный пользовательский интерфейс, средства отладки программ, она может быть с успехом использована при разработке программ моделирования управляемого полёта вертолётa. Система MatLab являются относительно дорогим программным продуктом, поэтому можно использовать доступные, но менее совершенные системы программирования, находящиеся в свободном обращении, например, систему Pascal.

В качестве примера, дающего новые сведения о вертолётe как летательном аппарате, рассмотрим решение задачи быстродействия при маневрировании на вертикали (вертикальном подъёме и снижении) боевого вертолётa. Сокращение времени манёвра влечёт за собой уменьшение вероятности поражения огневыми средствами противника, то есть повышение эффективности боевого применения вертолётa. Математическая модель оптимального управляемого полёта определяется на основе приближённого метода оптимизации [10, 12], математических моделей аэродинамики и динамики полёта вертолётa [13, 14]. На основе математической модели разработана компьютерная модель технической задачи оптимизации.

Решение задачи быстродействия требует ослабления в максимально возможной степени ограничений на управления и параметры движения. Так в численных исследованиях на компьютерной модели были определены менее жёсткие ограничения на управление - темп изменения общего шага несущего винта (ОШ НВ) и вертикальную скорость снижения вертолётa по сравнению с рекомендованными инструкцией экипажу. При этом обеспечено удержание оборотов НВ в допустимых пределах

$$88\% \leq n_H \leq 103\% . \quad (1)$$

и выдерживание ограничения на вертикальную скорость снижения в момент приземления

$$v_{y_g \text{сн}} \leq 0,2 \text{ м/с} \quad \text{при} \quad y_g = 0 \text{ м}. \quad (2)$$

При моделировании оптимальных по времени режимов подъёма и снижения по вертикали, соответственно, с высоты 0 м (от поверхности площадки) до высоты 20 м и с 20 м до 0 м для вертолётa с небольшим полётным весом  $G = 9000 \text{ кгс}$  получены новые сведения - минимумы времени

$$t_{\text{подъёма}} = 5.06 \text{ с}, \quad t_{\text{сниж}} = 5.65 \text{ с}. \quad (3)$$

Минимумы времени на подъёме и снижении, соответственно на 43% и 33% меньше, чем для боевого вертолётa с нормальным полётным весом  $G = 11200 \text{ кгс}$ . Учёт такого важного эксплуатационного фактора, как полётный вес, позволил существенно сократить время маневрирования вертолётa на вертикали. Отображение управляемого полётa вертолётa представлено на рисунках 1-4 в виде графиков изменения по времени общего шага несущего винта (ОШНВ), вертикального ускорения, вертикальной скорости и высоты на подъёме и снижении. Графики для вертолётa с полётным весом  $G = 9000 \text{ кгс}$  показаны пунктиром, а для  $G = 11200 \text{ кгс}$  - сплошной линией.

Всероссийское СМИ

«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации ЭЛ №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: [akademnova.ru](http://akademnova.ru)

e-mail: [akademnova@mail.ru](mailto:akademnova@mail.ru)

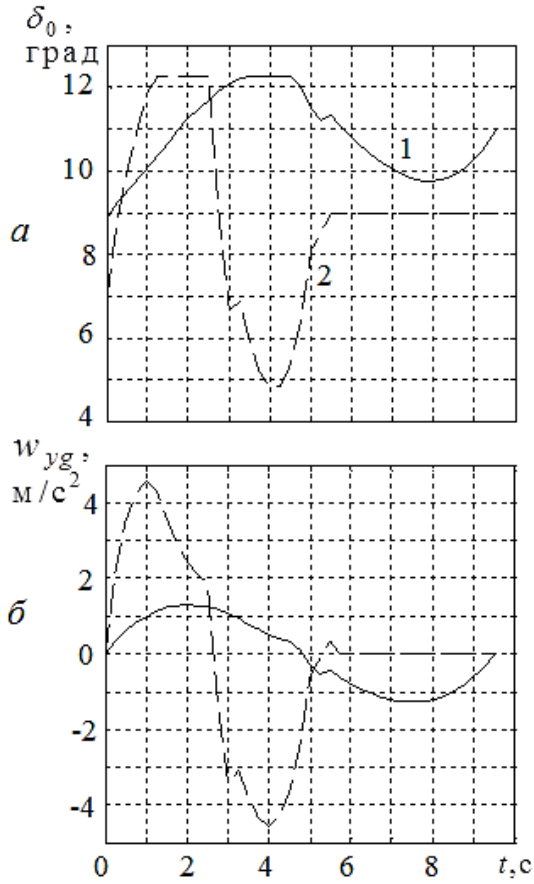


Рисунок 1 - Изменение ОШНВ (а) и ускорения (б) в наборе высоты

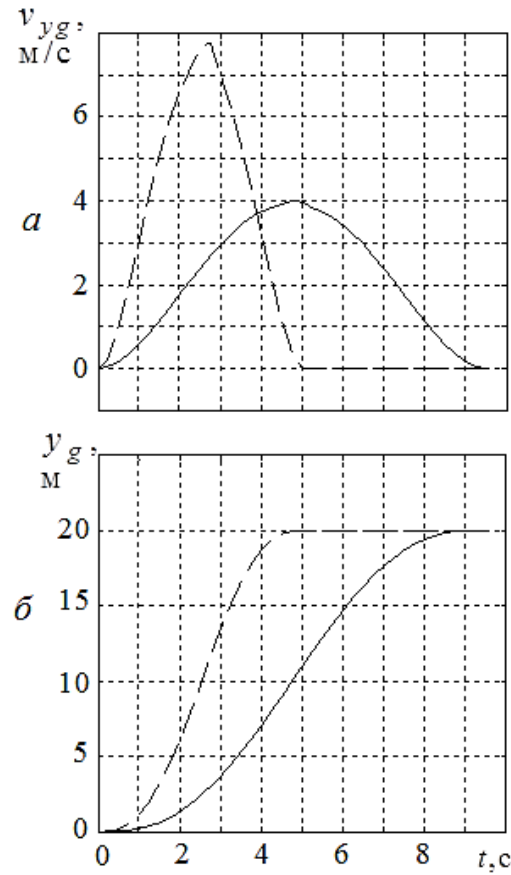


Рисунок 2 - Изменение скорости (а) и высоты (б) в наборе высоты



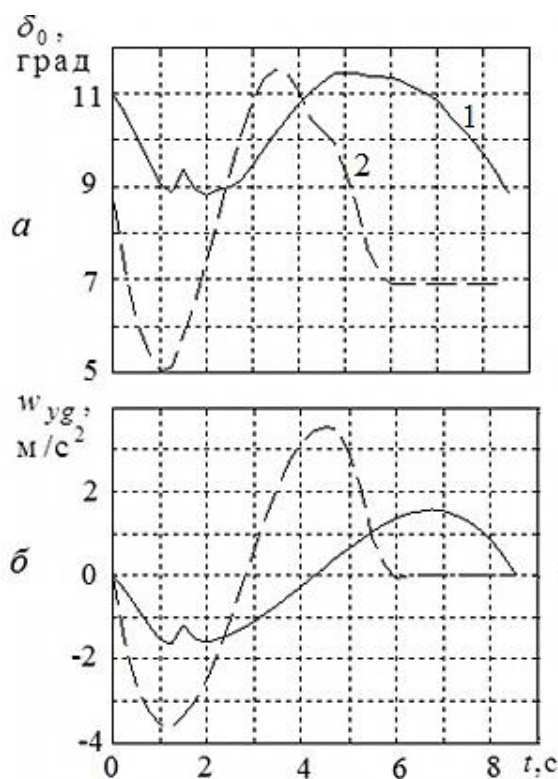


Рисунок 3 - Изменение ОШНВ (а) и ускорения (б) на снижении

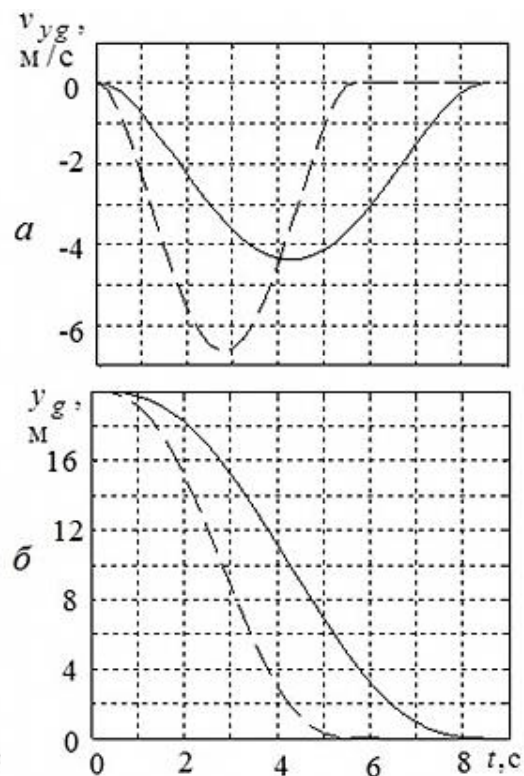


Рисунок 4 - Изменение скорости (а) и высоты (б) на снижении

В заключение можно сделать следующие выводы:

- реализация компьютерных технологий в учебном процессе позволит повысить уровень мотивации обучаемых, решать на занятиях задачи творческого, исследовательского характера;
- особую актуальность приобретает компьютерное моделирование управляемого полёта вертолёт на персональных компьютерах в связи с их повсеместной доступностью;
- первоначальный опыт моделирования полёта на персональных компьютерах говорит о том, что курсанты получают более глубокие и полные знания по дисциплине «Аэродинамика и динамика полёта», приобретают умение проводить численное экспериментирование для выяснения характера движения вертолёт, оценки его лётных

возможностей;

- для реализации в учебном процессе занятий по компьютерному моделированию полёта летательного аппарата, требуются организационные решения и усилия по дополнительной подготовке преподавательского состава, кроме того может потребоваться привлечение новых специалистов с соответствующей подготовкой по аэродинамике, динамике полёта, теории управления и программированию.

#### **Список использованной литературы:**

1. Беспалько, В.П. Образование и обучение с участием компьютеров (педагогика третьего тысячелетия) / В.П. Беспалько. - М.: Изд-во МПСИ, – 2008. – 352 с.
2. Изюмов А. А. Компьютерные технологии в науке и образовании: учебное пособие / А. А. Изюмов, В. П. Коцубинский. - Томск: Эль Контент, 2012. - 150 с.
3. Корнеев И.К., Ксандопуло Г.Н., Машурцев В.А. Информационные технологии. - М.: ТК Велби, Проспект, 2009. - 224 с.
4. Норенков И.П., Зимин А.М. Информационные технологии в образовании. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 352 с.: ил. (Сер. Информатика в техническом университете).
5. Образцов, П. И. Технология профессионально-ориентированного обучения в высшей школе : учеб. пособие / П. И. Образцов, А. И. Уман, М. Я. Виленский; под ред. В. А. Слостенина. — 3-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 271 с.
6. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование. Москва: Физматлит, 2001. 320 с.
7. Тарасевич Юрий Юрьевич. Математическое и компьютерное моделирование. Вводный курс: Учебное пособие. Изд. 4-е, испр. — М.: Едиториал УРСС, 2004. — 152 с.
8. Паничев В.В. Компьютерное моделирование: учебное пособие / В.В. Паничев, Н.А. Соловьёв – Оренбург: ОГУ, 2008. – 130 с.
9. Королёв А. Л. Компьютерное моделирование / А.Л. Королёв.—М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010 - 230 с.: ил. — (Педагогическое образование).
10. Аузяк А.Г., Будин В.И., Дремов Ф.В. Моделирование оптимального полёта вертолёта на вертикальном манёвре / Аналитическая механика, устойчивость и управление: Труды X Международной Четаевской конференции. Т. 3. Секция 3. Управление. Ч. 1. Казань, 12-16 июня 2012 г. Казань: Изд-во Казан. Гос. Техн. Ун-та, 2012. – 532 с.
11. Васильев В.В., Симак Л.А., Рыбникова А.М. Математическое и компьютерное моделирование процессов и систем в среде MATLAB/ SIMULINK Учебное пособие. — Киев: Национальный авиационный университет, 2008. — 91 с.
12. Нелюбов А.И. Лётные характеристики и боевое маневрирование летательных аппаратов. Выпуск 2. М.: ВВИА, 1986.

13. Браверман А.С., Вайнтруб А.П. Динамика вертолета. Предельные режимы полета. - М.: Машиностроение, 1988. 280 с.: ил.

14. Браверман А.С., Перлштейн Д.М., Лаписова С.В. Балансировка одновинтового вертолётa. М., «Машиностроение», 1975. 176 с.

*Дата поступления в редакцию: 17.01.2019 г.*

*Опубликовано: 24.01.2019 г.*

*© Академия педагогических идей «Новация», электронный журнал, 2019*

*© Дремов Ф.В., Петровский С.П., Попов В.А., 2019*