

С исходной позиции робот начинает движение слева направо. Датчик цвета считывает цвет фишек в ячейках, то есть определяет один из четырех цветов: красный, желтый, синий, зеленый. Если ячейка пустая, то датчик считывает его как белый цвет. Отсканировав строку датчик перемещается на одну клетку вверх повторяя предыдущие действия. Данные заносятся в массив. Решение происходит с помощью алгоритма поиска с возвратом. Если строка имеет полный набор цветов, то встроенный динамик микроконтроллера Lego EV3 воспроизводит звук "Right". Если в строке не достает одной цветной фишки, то робот перебором определяет цвет и вос-

производит соответствующий этому цвету звук: "Red" или "Blue" или "Green" или "Yellow". В ячейку помещается соответствующая фишка. Если в строке более одного недостающего цвета, то динамик микроконтроллера воспроизводит звук "Missing" и строка на данном этапе не заполняется. Если пустых ячеек не осталось робот заканчивает свою работу. В противном случае он начинает сканирование по столбцам и алгоритм повторяется. Заключительным этапом стало создание пошаговой инструкции для сборки робота, решающего колордоку.

**Заключение.** Таким образом, нами создан робот, на базе конструктора Lego Mindstorms EV3, решающий колордоку, инструкция по сборке, а также разработан алгоритм решения колордоку с игровым полем 4 × 4 в среде программирования EV3-G. Результаты исследования апробированы в рамках учебного процесса образовательного центра факультета математики и информационных технологий Витебского государственного университета имени П.М. Машерова «IT-академия МИР будущего».

## АНАЛИЗ ПРОБИВНОЙ СПОСОБНОСТИ ПОРАЖАЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ СНАРЯДОВ С ДИСТАНЦИОННЫМ ПОДРЫВОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ANSYS

*Курейчик А.Е.<sup>1</sup>, Чигирь И.В.<sup>2</sup>,*

*<sup>1</sup>адъюнкт, <sup>2</sup>преподаватель кафедры автоматики, радиолокации  
и приема-передающих устройств УО «ВА РБ», г. Минск, Республика Беларусь  
Научный руководитель – Солонар А.С., канд. техн. наук, доцент*

При рассмотрении и анализе статей из открытых источников в интернете, зарубежной и отечественной литературе одним из способов повышения эффективности стрельбы зенитным артиллерийским (крупнокалиберным стрелковым) вооружением (ЗАКСВ) по малогабаритным целям является применение снарядов с дистанционным подрывом [1]. Применение данных снарядов обеспечивает увеличение радиуса эффективного действия его боевой части (БЧ).

В [1] при выборе размеров поражающих элементов были сделаны допущения о их пробивной способности при взаимодействии с материалами, из которого изготавливаются малогабаритные беспилотные летательные аппараты (МБЛА). Целью доклада является анализ пробивной способности поражающих элементов снарядов с дистанционным подрывом с использованием программного комплекса ANSYS.

**Материал и методы.** Рассмотрим ситуацию, когда расчет ЗАКСВ ведет стрельбу по МБЛА, который завис на высоте 150 м на расстоянии 1200 м. Стрельба ведется шрапнельными снарядами, средняя динамическая скорость осколков в момент встречи с МБЛА составля-

ет 1400 м/с. Наведение ЗАКСВ на МБЛА осуществляется в штатном режиме. Поражающие элементы шрапнельного снаряда представляют собой цилиндры из такелажной стали марки 4340. Программирование замедлителя на подрыв осуществляется автоматически непосредственно перед выстрелом. Длина, калибр, вес БЧ шрапнели соответствуют основным параметрам штатного снаряда, баллистические свойства сохранены. Погодные условия, человеческий фактор учитываться не будут. Материал, из которого изготовлен МБЛА, выбираем с запасом прочности и считаем алюминий.

Анализ расчетной модели осуществлялся в приложении Workbench Mechanical из состава программного комплекса ANSYS, который является одним из наиболее известных CAE-систем (Computer-Aided Engineering) и позволяет решать задачи механики деформированного твердого тела. На сегодняшний день ANSYS является одним из наиболее полных и эффективных по своему инструментарию программных комплексов.

**Результаты и их обсуждение.** Результаты моделирования представляют собой рисунки экрана ПЭВМ, где отображается графическое окно программы ANSYS. В зависимости от используемых в проекте функций интерфейс ANSYS может включать дополнительные окна для представления информации в виде графика и таблицы [2].

На рисунке 1 отображен результат математического моделирование пробития поражающим элементом элемента конструкции МБЛА.

На рисунке 2 отображен результат математического моделирование деформации осколком элемента МБЛА.

Как видно из рисунка 1 выбранные в [1] размеры поражающих элементов, при скорости 1400 м/с обеспечивают пробитие алюминиевой конструкции толщиной 5 мм. Такой запас прочности взят исходя из условий гарантированного пробития пластмассовых конструкций. Анализируя данные рисунка 2 можно сделать вывод о величине деформации конструкции алюминиевой пластины толщиной 5 мм после пролета поражающего элемента. Сквозное отверстие не оставляет шансов на сохранение живучести МБЛА. Такие результаты свидетельствуют о правильности выбранной концепции разработки шрапнельного снаряда с дистанционным подрывом для повышения эффективности огневого противодействия современным и перспективным МБЛА.

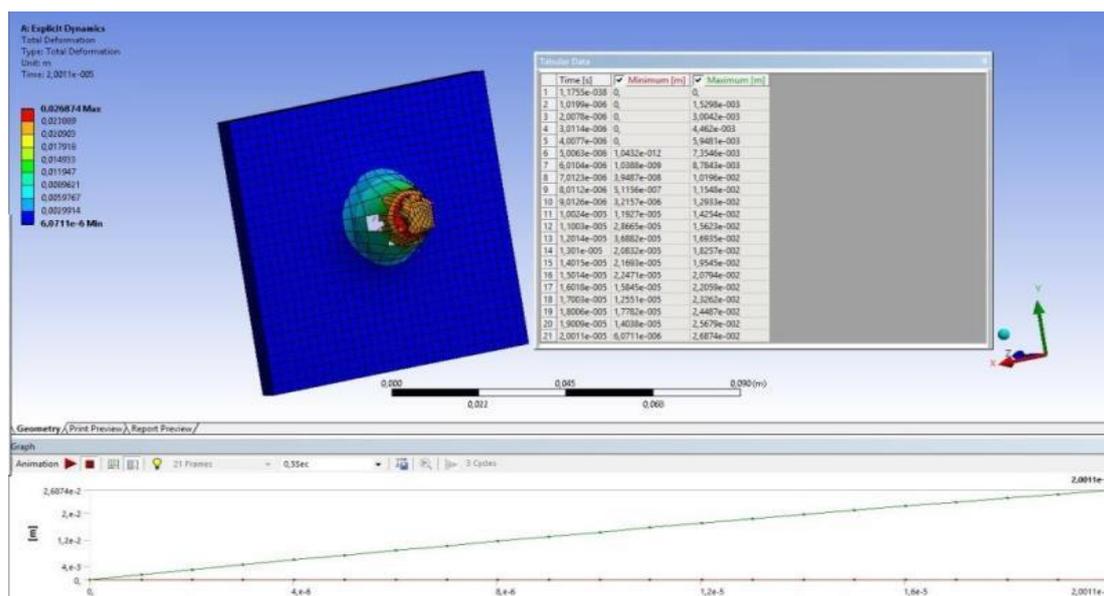


Рисунок 1. – Графическое окно программы ANSYS

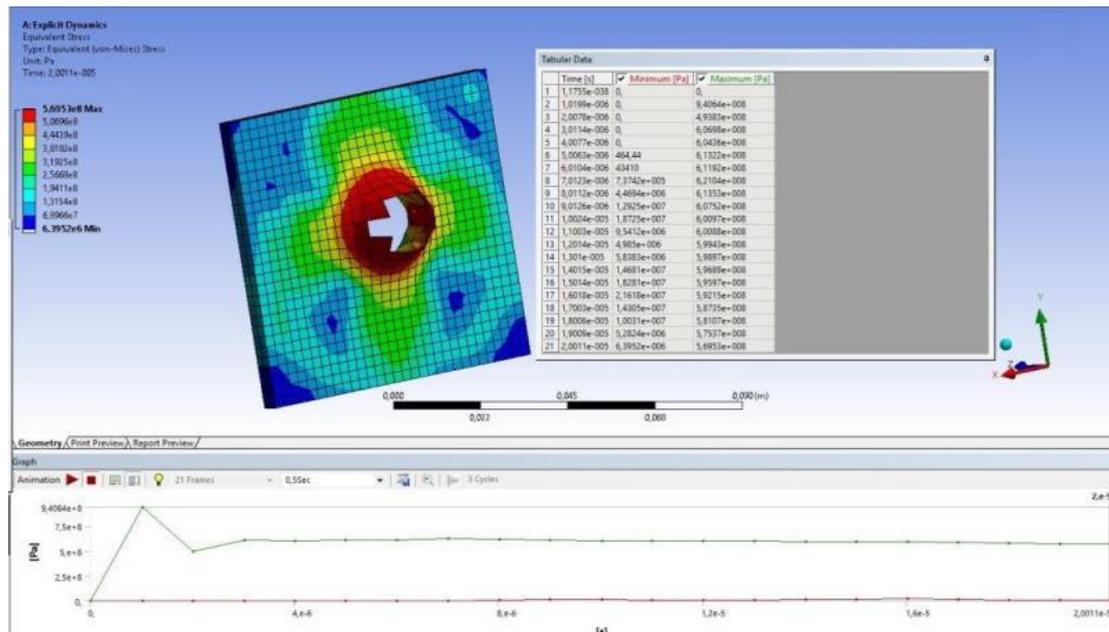


Рисунок 2. – Графическое окно программы ANSYS

**Заключение.** Основные параметры шрапнельного снаряда определяются применительно для каждого образца вооружения отдельно. Исходным параметром является размер ПЭ, он определяется задаваемой пробивной способностью материалов, из которых изготавливаются современные и перспективные МБЛА.

Максимально возможное число ПЭ и угол их разлета определяются габаритами снаряда конкретного образца вооружения. Скорость ПЭ в момент встречи с поверхностью МБЛА зависит от дальности до цели и статической скорости ПЭ.

Выбранные в [1] размеры поражающих элементов при сохранении их скорости на уровне 1400 м/с обеспечивают пробитие материалов из которых изготавливаются современные и перспективные МБЛА.

1. Чигирь, И.В. Повышение эффективности стрельбы зенитного (стрелкового) вооружения по малогабаритным беспилотным летательным аппаратам за счет применения шрапнельных снарядов / И.В.Чигирь, А.Е.Курейчик, О.Р.Маврин, А.С.Солонар, С.А.Горшков // Вестник ВАРБ, – 2020. – № 2. – С. 66 - 76.

2. Основы работы в ANSYS 17: книга / Н.Н.Федорова, Н. Н. [и др.]; под общ. ред. Н.Н.Федоровой. – Москва: ДМК пресс, 2017. – 210 с.

## О ПРИЗНАКАХ ДИСТРИБУТИВНОСТИ СЕМЕЙСТВ МНОЖЕСТВ ФИТТИНГА КОНЕЧНОЙ ГРУППЫ

*Ланцетова Е.Д.,*

*аспирант ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь  
Научный руководитель – Воробьев Н.Т., доктор физ.-мат. наук, профессор*

Ключевые слова. множество Фиттинга,  $H_\sigma$ -функция, дистрибутивное равенство.

Keywords. Fitting set,  $H_\sigma$ -function, distributive equality.

Все рассматриваемые группы в настоящей работе конечны. В определениях и обозначениях следуем [1]. А.Н. Скибой и Н.Н. Воробьевым [2], а также независимо Рейфер-