

В третьем разделе дифференцирование высших порядков представляется в виде полилинейных форм т.е.

$$D^r f(p)(X_1, \dots, X_r) = D^r f(p)(X_{\pi(1)}, \dots, X_{\pi(r)}),$$

где  $\pi$  есть перестановка чисел  $1, \dots, r$ .

Пример определения второй производной и частных производных:

$$D^2 f(p) = D[Df](p) \in L(V, L(V, W)).$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x_{i_1} \dots \partial x_{i_q}} = D_{i_1} \dots D_{i_q} f(p)(e_{i_1} \dots e_{i_q}).$$

Конспект сопровождается большим числом несложных упражнений, выполнение которых позволит закрепить изученный материал.

Данная работа является продолжением работы по созданию полномасштабного электронного конспекта лекций, начатой выпускницами ФМиИТ Черных В.В. и Гаджиевой Ф.С. Работа В.В.Черных, которая содержит раздел «Дифференцируемые многообразия», была представлена на республиканский конкурс научных работ студентов 2020 года, и ей была присуждена первая категория.

**Заключение.** В данной работе мы рассказали про разработку электронного конспекта лекций по теории групп и алгебр Ли, который очень важен для организации самостоятельного изучения теории студентами выпускных курсов при работе над дипломными проектами и конкурсными работами. Работа по созданию электронного конспекта будет продолжена в текущем учебном году.

1. Sagle A.A. Introduction to Lie groups and Lie algebras / A.A. Sagle, R.E. Wadle. – NY-London: Academic Press, 1973, ix+361 p.

## РАЗРАБОТКА РОБОТА, РЕШАЮЩЕГО КОЛОРДОКУ

*Грицкевич Н.С., Китаров Д.А.,*

*студенты 2-го курса ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель – Мехович А.П., канд. физ.-мат. наук*

Ключевые слова. Колордоку, Lego Mindstorms EV3, робот, датчик, алгоритм.

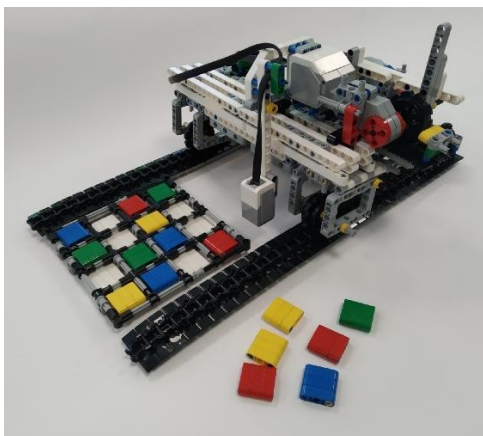
Keywords. Colordoku, Lego Mindstorms EV3, robot, sensor, algorithm.

Колордоку – это разновидность головоломки “Цифровой sudoku”, в которой вместо цифр используются цвета. Цель головоломки “Колордоку” не отличается от головоломки “Цифровой sudoku”.

Целью данной работы является создание робота на базе конструктора Lego Mindstorms EV3, способного решать колордоку.

**Материалы и методы.** В работе используются методы исследования экспериментально-теоретического уровня: анализ, изучение, обобщение, а также моделирование.

**Результаты и их обсуждение.** Цифровой датчик цвета EV3 45506 образовательного конструктора Lego Mindstorms EV3 (2013) может определить семь различных базовых цветов. Игровое поле обобщенного sudoku состоит из квадрата размером  $N^2 \times N^2$ , разделенного на меньшие квадраты со стороной  $N$  клеток. Таким образом, игровое поле колордоку для робота, собранного с использованием датчика EV3 45506, может иметь размер только лишь  $4 \times 4$ . Оно было собрано из деталей базового набора Lego Education Mindstorms EV3 45544. Основными элементами робота является два бесщёточных шаговых двигателя, благодаря которым происходит вращение катков по гусеницам, установленных слева и справа от игрового поля. Один мотор отвечает за перемещение датчика вперед и назад, а другой за перемещение датчика влево и право.



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 приемо-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-