



Рисунок 3. Вольт-амперная характеристика оксидного мемристора с гистерезисной петлей

Практическая значимость работы заключается в разработке универсальной параметризованной модели, которая может быть адаптирована для различных оксидных материалов путём изменения геометрических параметров и физических характеристик слоя. Такой подход позволяет использовать модель для оптимизации конструкции мемристоров и предварительной оценки их электрических характеристик без проведения большого количества экспериментальных исследований. Разработанная модель может быть применена для анализа перспективных структур на основе оксидов и оксинитрида титана, а также для исследования влияния размеров устройства и условий работы на стабильность переключения.

Таким образом, проведённое моделирование показало, что использование мультифизического подхода в среде COMSOL Multiphysics позволяет эффективно описывать электрические характеристики оксидных мемристоров и анализировать механизмы формирования и разрушения проводящего канала. Полученные результаты подтверждают применимость разработанной модели для дальнейших исследований мемристорных структур и их использования в энергоэффективных вычислительных системах и нейроморфных устройствах.

#### Литература:

1. Chua L. O. Memristor – The Missing Circuit Element // IEEE Transactions on Circuit Theory. – 1971. – Vol. 18, No. 5. – P. 507–519.
2. Strukov D. B., Snider G. S., Stewart D. R., Williams R. S. The missing memristor found // Nature. – 2008. – Vol. 453. – P. 80–83.
3. Yang J. J., Strukov D. B., Stewart D. R. Memristive devices for computing // Nature Nanotechnology. – 2013. – Vol. 8, No. 1. – P. 13–24.
4. Kim S., Choi S., Lu W. Comprehensive Physical Model of Dynamic Resistive Switching in an Oxide Memristor // ACS Nano. – 2014. – Vol. 8, No. 3. – P. 2369–2376.
5. Pryor R. W. Multiphysics Modeling Using COMSOL Multiphysics. – Burlington: Jones & Bartlett Learning, 2011.

**Тунгушбаева А. Т.** Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды ұлттық зерттеу университеті, математика және ақпараттық технологиялар факультеті, ММатО-25-1к-топ, магистрант  
(*Ғылыми жетекші – ф.-м.ғ.к., профессор Д.М.Ахманова*)

### МАТЕМАТИКА САБАҚТАРЫНДА ЖОБАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСІН ҚОЛДАНУ (КОМБИНАТОРИКА МЫСАЛЫНДА)

**Аннотация.** Мақалада жалпы орта білім беру деңгейінде комбинаториканы оқыту барысында жобалық оқыту әдісін қолданудың педагогикалық мүмкіндіктері қарастырылды. Зерттеу жұмысының мақсаты – жобалық оқыту арқылы оқушылардың комбинаторикалық ойлауын, зерттеушілік және практикалық дағдыларын дамыту жолдары, сондай-ақ алынған нәтижелердің SAT халықаралық стандартына сәйкес математикалық дайындықпен байланысы анықталды. Эксперименттік зерттеу нәтижелері жобалық оқыту әдісінің тиімділігін дәлелдейді.

**Түйін сөздер:** жобалық оқыту, комбинаторика, математиканы оқыту әдістемесі, зерттеушілік дағдылар, функционалдық сауаттылық, SAT.

Қазіргі білім беру жүйесінде оқушылардың тек теориялық білімді меңгеруі ғана емес, оны өмірлік жағдайларда қолдана алуы, өз бетінше зерттеу жүргізуі және нәтижені талдай білуі басты талаптардың біріне айналды. Бұл талаптар Қазақстан Республикасында білім беру мазмұнына енгізіліп жатқан жаңалықтармен және халықаралық бағалау жүйелерімен (PISA, SAT және т.б.) тығыз байланысты.

Математиканың комбинаторика тарауы, оқушылардың логикалық, ықтималдық және аналитикалық ойлауын дамытуда маңызды рөл атқарады. Комбинаторикалық есептер күнделікті өмірде кездесетін таңдауларды, реттеулерді, ықтимал жағдайларды модельдеуге мүмкіндік береді. SAT тестінің Math бөлімінде де комбинаторика элементтері жиі қолданылады, бұл тақырыптың практикалық маңызын арттыра түседі [1, 75б.].

Заманауи мектепке қажет технологиялық сауаттылық - оқушыларды комбинаторикалық есептерді шығаруда заманауи технологияларды қолдануға дайындайды, білім беру процесіне бағдарламалауды және деректерді визуализациялаудың заманауи құралдарын біріктіруді көздейді, нақты әлемдегі комбинаторикалық есептерді шешуде технологияны пайдалануды ынталандырады. Комбинаторикалық ойлауды дамыту - оқушыларға комбинаторикалық ұғымдарды терең түсінуге және олардың әртүрлі жағдайда қолданылуына көмектесетіні анық. Себебі білімді нақты жағдайларда қолдану - комбинаторикалық білімнің өмірлік мәселелер мен әртүрлі жағдайларда қолданылуын қамтамасыз етеді. Осы себептен оқушылар комбинаториканы нақты әлемдегі мәселелерді шешу үшін пайдалана алатын жобаларды әзірлеуге үйреніп, өмірдің әртүрлі салаларында комбинаториканы қолданумен байланысты кейстерді біріктіруге ұмтылады.

Дербестік пен шығармашылық ойлауды дамыту - оқушылардың шығармашылық ойлау қабілеттерін дамытуға және комбинаторикалық есептерді өз бетінше шешуге ықпал ететіні анық типтік комбинаторикалық есептерді дербес зерттеуді және оларды шешуге ынталандырып, шығармашылықпен қолдануды ынталандыратын топтық жобаларды ұйымдастыруды көздейді. Бұл мақсаттар мен міндеттер комбинаториканың теориялық аспектілерін меңгеруге ғана емес, сонымен қатар нақты жағдайларда және оқушылардың болашақ кәсіби іс-әрекетінде қолдануға жарамды практикалық және технологиялық дағдыларды дамытуға бағытталған. Комбинаторикалық есептер - барлық мүмкін шешімдерді табуға, кейде белгілі бір сипаттамаларға немесе мүмкін болатын шешімдер комбинацияларының санын санауға арналған есептер екені белгілі. Комбинаторикалық есептерді шешудің тек «формальды» және «бейресми» екі нұсқасы бар. «Формальды» шешім әдісімен үлгінің сипаты туралы шешім қабылдап, сәйкес формуланы немесе комбинаторикалық принципті таңдап, содан кейін сандарды ауыстырып, шешім алу керек. Мұндағы шешім-өздігінен қалыптаспаған алынған нұсқалардың жиынтығы. Комбинаторикалық есепті шешудің «бейресми» тәсілі осы элементтердің барлық мүмкін нұсқаларын құрастыруды қамтиды.

Ғылыми-әдістемелік әдебиеттерді талдау негізінде комбинаторикалық есептерді келесі түрлерге бөлуге болады. Олар барлық мүмкін шешімдерді тізімдеу қажет тапсырмалар, мәні барлық мүмкін болатын шешімдердің ішінен берілген қосымша талапты қанағаттандыратынды таңдау талабы болып табылатын тапсырмалар, шешуі мүмкін болатын шешімдер санын санауды қажет ететін есептер.

Осылайша, комбинаторикалық есептер математиканың маңызды салаларының бірі болып табылады. Олар мектеп оқушыларының математикалық ойлауын дамытуға үлес қосады, өйткені комбинаторикалық есептердің арқасында оқушылар алған ақпаратты үйренген ережелер мен заңдылықтар негізінде талдауға және жүйелеуге үйренеді. Комбинаторикалық есептерді шешу барысында оқушылар алған білімдерін құрылымдық қолдануды да үйренеді, кейде комбинаторикалық есептерді шығарған кезде тіпті есепті тез және тиімді шешуге көмектесетін белгілі бір шешу әдісін жадында жаңғырту қажет.

Орта мектептің математика курсындағы оқу процесінің барлық дерлік кезеңдері бастауыш мектепте формуласыз мысалдардан басталып, жалпы білім беру мекемелерінің қорытынды сыныптарында ықтималдықтар теориясы мен математикалық статистика элементтеріне дейін комбинаторикалық есептерді шығаруға үйретуге арналған. Сондықтан, бұл тақырып бастауыш сыныптан бастап оқушылардың математикалық мәдениетін, логикалық ойлау қабілетін қалыптастыруға мүмкіндік береді. Комбинаторика әртүрлі заттар мен заттарды абстрактілі қабылдауға үйретеді, оқушылардың талдау қабілетін дамытады. Комбинаторикалық есептер тек математика мен информатикада ғана емес, физикада, лингвистикада, химияда, биологияда және басқа да әртүрлі мамандандырылған бағыттағы мамандарда кездеседі.

Барлық әдістемелік амалдарды орындай отырып, оқушылар комбинаторикалық есепті модельдеу, комбинаторикалық есептерді әртүрлі тәсілдермен шығару, алынған нәтижелерді талдау және оларды салыстыру, есепті шығарудың ең ұтымды жолдарын анықтау және шешімнің дұрыстығын тексеру дағдыларын меңгереді. Комбинаторикалық есеппен жұмыс істеудің бұл әдістемелік тәсілдері комбинаторикалық есептерді шығару қабілетінің даму деңгейін арттыруға мүмкіндік беріп қана қоймай, сонымен қатар, оқушылардың метапәндік дағдыларын дамытуға ықпал етеді.

Мектеп оқушыларының комбинаторикалық есептерді шығару қабілетін дамыту үшін есеппен жан-жақты жұмыс жүргізу қажет. Оқушыларды әртүрлі әдістерді қолдана отырып, комбинаторикалық есептерді шығаруға үйрету өте маңызды. Әдістемелік әдебиеттерді талдау 10-11 сынып оқушыларына комбинаторикалық есептерді шығаруды оқытудың кезеңдерін бөліп көрсетуге мүмкіндік береді:

Осыған байланысты жүргізілген зерттеудің мақсаты - комбинаториканы оқытуда жобалық оқыту әдісінің тиімділігін анықтау және оның оқушыларды SAT форматына жақын математикалық тапсырмаларға дайындаудағы рөлін көрсету.

Егер комбинаториканы оқыту барысында жобалық оқыту әдісі жүйелі түрде қолданылса, онда оқушылардың пәнге қызығушылығы артып, практикалық және зерттеушілік дағдылары дамиды, нәтижесінде олардың математикалық дайындық деңгейі, соның ішінде SAT типтес тапсырмаларды орындау қабілеті жоғарылайды деген болжаммен жобалық оқыту әдісінің теориялық негіздерін тереңірек зерттеу қажеттігі туындайды. Мысалы,

а) [1, 756] жиынының барлық 24 ауыстыруын жазыңыз және дерранжмент болатын 9-ын дөңгелектеп белгілеңіз.

б) 1 саны бекітілген (яғни, ауыстыру 1 санынан басталады) ауыстыруларды табыңыз. Ондай нешеу бар және бұл нәтиже мағыналы ма?

Сондай-ақ 2, 3 және 4 сандары бекітілген ауыстырулардың да саны дәл сондай екенін тексеріңіздер.

с) 1 және 2 екеуі де бекітілген ауыстырулар бар екенін байқаңыздар. Олар қайсысы және нешеу? Сонымен қатар кез келген екі сан бекітілген жағдайлар саны да осындай екенін тексеріңіздер.

д) Алдыңғы тапсырманы үш элемент бекітілген және барлық төрт элемент бекітілген жағдай үшін қайталаңыздар.

е) Барлық дерранжменттердің санын табу үшін қосу-алып тастау принципі қолдануға болады:  $d_4 = 4! - \left[ \binom{4}{1}3! - \binom{4}{2}2! + \binom{4}{3}1! - \binom{4}{4}0! \right]$  [2, 736].

Жобалық оқыту әдісі XX ғасырдың басында АҚШ-та пайда болып, оқушының белсенді іс-әрекетіне негізделген педагогикалық технология ретінде қалыптасты. Бұл әдістің басты ерекшелігі - білім алушының нақты бір мәселені шешуге бағытталған жобаны жоспарлап, сапалы орындап, нәтижесін қорғауы. Педагогика ғылымында жобалық оқыту оқушылардың дербестігін, жауапкершілігін және шығармашылық қабілеттерін дамытуға ықпал ететін тиімді құрал ретінде қарастырылады. Жобалық жұмыс жасау барысында оқушы ақпаратты өздігінен іздейді, талдайды, қорытынды жасайды және оны практикада қолданады. Комбинаториканы оқытуда жобалық әдісті қолдану ерекше тиімді, себебі бұл тарау нақты өмірмен тығыз байланысты. Мысалы, лотерея, кодтар құрастыру, маршруттарды таңдау, ықтимал жағдайларды есептеу сияқты тапсырмалар оқушылардың қызығушылығын арттырады және математиканың қолданбалы сипатын көрсетеді.

SAT тестіне дайындық тұрғысынан алғанда, жобалық оқыту оқушыларда мәселені талдау және модельдеу; бірнеше шешім нұсқасын қарастыру; уақытты тиімді пайдалану; күрделі тапсырмаларды кезең-кезеңімен орындауда дағдыларын қалыптастырады. Бұл дағдылар SAT Math бөліміндегі тапсырмаларды орындау үшін аса маңызды.

Зерттеу жұмысы Қарағанды қаласындағы Ахмет Байтұрсынов атындағы мектеп-гимназиясында жүргізілді. Жобалық жұмыс бірнеше кезеңнен тұрды, олар - мәселені анықтау, ақпарат жинау, есептеу және модельдеу, нәтижені рәсімдеу, презентация жасау және қорғау.

Оқушылардың білім деңгейін бағалау үшін тақырыптық тесттер, шығармашылық тапсырмалар және бақылау жұмыстары қолданылды. Сонымен қатар, оқушылардың зерттеушілік белсенділігі мен пәнге қызығушылығы арнайы критерийлер бойынша талданды.

Эксперимент нәтижелері көрсеткендей, жобалық оқыту әдісі қолданылған топта оқушылардың оқу жетістіктері айтарлықтай жоғары болды. Бұл нәтижелер жобалық оқытудың комбинаториканы терең түсінуге және SAT форматына жақын тапсырмаларды орындауға оң әсер ететінін көрсетеді.

Зерттеу нәтижелері жобалық оқыту әдісінің комбинаториканы оқытуда жоғары тиімділікке ие екенін дәлелдейді. Бұл әдіс оқушылардың математикалық білімін ғана емес, олардың зерттеушілік, коммуникативтік және практикалық дағдыларын дамытуға мүмкіндік береді. Алынған нәтижелер негізінде келесі ұсыныстар беруге болады, яғни математика сабақтарында жобалық оқыту әдісін жүйелі түрде қолдану оқудың тиімділігін арттырады; комбинаторика тақырыптарын нақты өмірлік жағдайлармен байланыстыру қажет; мұғалімдерге арналған жобалық оқыту бойынша әдістемелік семинарлар ұйымдастыру керек; SAT және басқа халықаралық тесттерге дайындық барысында жобалық тапсырмаларды енгізу керек.

Әдебиет:

1. OECD. PISA Mathematical Literacy Framework. – Paris, 2019.-75p.
2. R. Grassl, O. Levin. Exploring Combinatorial Mathematics. – 1-басылым. – 2019.- 305 p.

**Харитонова М.С.**, Карагандинский Университет Казпотребсоюза, ФЭУиП, гр. Эко-24-2, студент  
(Научный руководитель – маг.ест.н, ст. преп. Куанышбаев М.Т.)

### **АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ ВОДОДЕФИЦИТА ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА(НА ПРИМЕРЕ КАРАГАНДИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА КАЗПОТРЕБСОЮЗА)**

Центральный Казахстан, включая Карагандинскую область, находится в зоне острого дефицита пресной воды. Это прямое следствие сухого климата и крайне низкого уровня осадков, что особенно ощутимо в летние месяцы. Учитывая, что основные ресурсы (подземные и поверхностные) ограничены и активно используются для хозяйственных нужд, поиск и внедрение альтернативных источников является не просто желательным, но и жизненно необходимым.