

Ионларнинг миқдорий ўзгаришининг сифат ўзгариши реакциясидаги психофизиологик қонуниятлар теоремаси

Комил Буронович Холиков

Бухоро психология ва хорижий тиллар институти

Аннотация: Мақолада асаб ўтказгичлари билан мия ярим кортексига боғланган кўзнинг рецептор аппарати туфайли пайдо бўладиган визуал тасвирларга эътибор қаратилган. Бошқача қилиб айтганда, эмпирик психофизиологик қонуниятнинг моҳияти, бирор нарсани сезиш интенсивлиги кўзгатувчининг интенсивлиги логарифмига тўғридан-тўғри пропорционалдир. Психофизиологияда теорема - бу ҳақиқатни исботлаш орқали тасдиқланадиган психофизик баёнот. Теоремаларнинг исботи илгари исботланган теоремаларга ва умумэтироф этилган фикрларга асосланади. Ҳаракат потенциали асаб импульсининг физиологик асосидир. Дендрит таналари марказий асаб тизимидаги кўп турдаги нейронларнинг дендритларида дендритни фокал стимуляция қилиш орқали маҳаллий равишда ҳосил бўлади.

Kalit soʻzlar: psixofiziologiya, Weber va Fexner qonuni, sezgilar, vizual tasvir, ion, kaltsiy, natriy, reaktsiya, nisbat, psixologiya

Theorem about psychophysiological patterns of reaction qualitative changes to quantitative changes in ions

Komil Buronovich Kholikov

Bukhara Institute of Psychology and Foreign Languages

Abstract: The article focuses on visual images that arise due to the receptor apparatus of the eye, connected by nerve conductors to the cerebral cortex. In other words, an empirical psychophysiological law, the essence of which is that the intensity of the sensation of something is directly proportional to the logarithm of the intensity of the stimulus. A theorem is a psychophysical statement, the truth of which is established through proof. Proofs of theorems are based on previously proven theorems and generally accepted statements. The action potential is the physiological basis of the nerve impulse. Dendritic spikes are locally generated in the dendrites of many types of neurons in the central nervous system by focal stimulation of the dendrite.

Keywords: psychophysiology, Weber and Fechner's law, sensations, visual image, ion, calcium, sodium, reaction, proportion, psychology

Психофизиология қонуни (Вебер-Фехнер қонуни), сезиш интенсивлиги қўзғатувчи интенсивлигининг логарифмига тўғридан-тўғри пропорционал бўлади. Визуал тасвирлар мия ярим кортексига асаб ўтказгичлари билан боғланган кўзнинг рецептор аппарати туфайли пайдо бўлади.

Бошқача қилиб айтганда, эмперик психофизиологик қонуният хусусияти шундаки, бирор нарсани сезиш интенсивлиги қўзғатувчининг интенсивлигининг логарифмига тўғридан-тўғри пропорционал бўлишидадир.

Демак, психофизиологиянинг асосий қонуни, яъни Вебер-Фехнер қонунида, ҳисларнинг интенсивлиги қўзғатувчининг интенсивлиги логарифмига пропорционалиги бўлиб ҳисобланади, қўзғатувчининг интенсивлиги 100 баравар ортиши билан сезиш кучининг ортиши атиги 2 га тенг бўлади, чунки $\log_{10} 100 = 2$. Сизилар кучининг ортиши катталиги ва қўзғатувчилар интенсивлиги нисбатидаги бу фарқ ($2 \ll 100$) организмнинг мослашиш деб аталадиган хусусиятини акс эттиради.

Бундай фарқни XIX асрда яшаб ижод қилган психофизиологиянинг асосчилари - тадқиқотчилар Теодор Фехнер ва Эрнст Генрих Вебер ҳисобланади. Асосий психофизик қонун деб аталадиган бу позицияга, сезиш интенсивлиги қўзғатувчининг кучини логарифмига пропорционалигини исбот қилиб, дунёга биринчи бўлиб психофизиологик қонуниятлар мавжудлиги ўйлаб топишган.

Вебер идеал турларни илгари суриб, алоҳида тарихий ҳодисаларни ўрганишни тушунтириш ва умумлаштириш воситаси деб ҳисоблади. Идеал турлар олим томонидан тадқиқот воситаси сифатида яратилган мавҳум конструкциялар, жараённинг мумкин бўлган йўналишининг ақлий конструкциялари мавжудлиги ҳақида бош қотирди. Вебер дин ривожланишининг социал-эволюцион моделини таклиф қилиб, умуман жамият тасаввурий эътиқоддан политеизмга, монотеизмга ва ниҳоят, ахлоқий монотеизмга ўтишини кўрсатди.

1804-йил 24-октябр телеграфни ихтиро қилган физик Вилгелм Вебернинг таваллуд топган куни. Шу куни немис физиги Вилгелм Вебер дунёга келди, у 1833-йилда Иоганн Гаус билан биргаликда Геттинген университетидан электромагнит телеграфни яратди. Шунинг билан, телеграф алоқаси даврини очди. Кўпчиликнинг фикрига кўра, "капитал" асари Карл Маркс ва Фридрихом Энгельс томонидан ўйлаб топилган деб айтишади, аслида эса умуман бундай эмас, Вебернинг фикрича, асосий даромад манбаи бу капитал бўлиб, одамлар уни таълим ва ўз ҳаётий тажрибаси орқали эгаллайди. Бойликка эга бўлганлар мулкдорлар капиталистлар деб аталади.

Микдорнинг сифатга ўтиш қонуни - ривожланиш объектдаги микдорий ўзгаришларнинг тўпланиши орқали амалга оширилади, бу эса ўлчов

чегарасидан ташқарига чиқишга ва янги сифатга спазматик ўтишга олиб келади. Ўлчов енгиб чиқилса, миқдорий ўзгаришлар сифат ўзгаришига олиб келади. Миқдорнинг сифатга ўтиш қонуни моддий тизим белгиларининг ўзаро боғлиқлигини ифодалайди, бунда маълум босқичдаги миқдорий ўзгаришлар сифатга олиб келади ва янги сифат миқдорий ўзгаришларнинг янги имкониятлари ва интервалларини келтириб чиқаради. Миқдор ўзгаришларининг сифатга ўтиши материалистик диалектиканинг асосий қонунларидан бири бўлиб, унга кўра, миқдорий ўзгаришларнинг тўпланиши маълум чегарага етганида объект сифатининг ўзгариши содир бўлади. Бу қонун ривожланишнинг энг умумий механизмини очиб беради. Диалектиканинг учинчи қонуни ривожланиш жараёнининг циклик хусусиятини ва унинг йўналишини акс эттиради. Ривожланиш жараёни ўзаро боғлиқликда ва такрорланувчи бўлади, лекин юқорига кўтарилиш тенденцияси спирал шаклини ҳосил қилади. Энгелс миқдорнинг сифатга ва сифатнинг миқдорга ўтиш қонунининг муаллифидир.

Шундай қилиб, маҳсулот сифатига таъсир қилувчи омиллар қуйидагилардир: тасодифий, иқтисодий, ижтимоий, ташкилий, техник, маҳаллий, объектив ва субъектив. Бу қонуниятларни билишнинг энг муҳим шарти диалектика қонунлари - миқдор ўзгаришларининг сифатга ўзгаришларига ўтиш қонуни, қарама-қаршиликларнинг бирлиги ва кураши қонуни ва инкор қонунини билиш ва қўллашдир. Бу қонунларнинг барчаси ҳар бир соҳага амал қилади.

Ҳаракат потенциали (спайк - "бошоқ") - бу қўзғалувчан хужайранинг (нейрон ёки кардиомиоцит) кичик ҳудудида мембрана потенциалининг қисқа муддатли ўзгариши шаклида тирик хужайранинг мембранаси бўйлаб ҳаракатланадиган қўзғалиш тўлқини ҳисобланади. Натижада бу соҳанинг ташқи юзаси мембрананинг ички юзасига нисбатан манфий зарядланган, тинч ҳолатда эса мусбат зарядланган бўлади. Ҳаракат потенциали нерв импульсининг физиологик асосидир.

"Натрий-калий насоси" нинг ишлаши туфайли хужайра ситоплазмасидаги натрий ионларининг контцентрацияси атроф-муҳитга нисбатан жуда паст бўлади. Ҳаракат потенциали ўтказилганда, потенциал эшикли натрий каналлари ва мусбат зарядланган натрий ионлари ситоплазмага концентрация градиенти бўйлаб мусбат электр заряди билан мувозанатлашгунча ўтиб бўлади. Шундан сўнг эса, кучланиш билан ўралган каналлар фаолсизланади ва мусбат зарядланган калий ионларининг хужайрадан тарқалиши туфайли салбий дам олиш потенциали тикланади, уларнинг атроф-муҳитдаги концентрацияси хужайра ичидагидан сезиларли даражада паст бўлиши кузатилади. Тирик хужайра мембранасининг кутбланиши унинг ички ва ташқи томонларидаги ион

таркибининг фарқига боғлиқ. Хужайра тинч (қўзғалмас) ҳолатда бўлганда, мембрананинг қарама-қарши томонларида жойлашган ионлар дам олиш потенциали деб аталадиган нисбатан барқарор потенциал фарқни ҳосил қилади.

Агар электрод тирик хужайрага жойлаштирилса ва дам олиш мембранаси потенциалини ўлчалганда, у салбий қийматга эга бўлади (тахминан $-70 - 90$ мВ). Мембрананинг ички томонидаги умумий заряд ташқи томонига қараганда сезиларли даражада камроқ бўлади, гарчи иккала томонда ҳам катионлар ва анионлар мавжуд бўлишига қарамасдан уларнинг потенциали ўзгаради. Ташқарида кўпроқ натрий, калций ва хлор ионлари, ичкарида - калий ионлари ва манфий зарядланган оксил молекулалари, аминокислоталар, органик кислоталар, фосфатлар, сульфатлар бўлишидан қатъий назар, уларнинг потенциали ўзгаради. Биз мембрана сиртининг заряди ҳақида гапирётганимизни хужайра ичидаги ва ташқарисидаги муҳит нейтрал зарядланган бўлишини эсдан чиқармаслигимиз керак.

Мембрананинг потенциали турли хил стимуллар таъсирида ўзгариши мумкин. Сунъий огоҳлантирувчи электрод орқали мембрананинг ташқи ёки ички томонига қўлланиладиган электр токи бўлиши табиий ҳолдир. Табиий шароитда қўзғатувчи кўпинча қўшни хужайралардан кимёвий сигнал бўлиб, синапс орқали ёки хужайралараро муҳит орқали диффуз узатиш орқали ўтади. Мембран потенциалининг силжиши салбий (гиперполяризация) ёки ижобий (деполяризация) йўналишида содир бўлади.

Нерв тўқималарида одатда деполаризация пайтида ҳаракат потенциали юзага келади - агар нейрон мембранасининг деполаризацияси маълум чегара даражасига етса ёки ундан ошса, хужайра қўзғалади ва унинг танасидан аксон ва дендритларга электр сигнали тўлкини тарқалади. (Ҳақиқий шароитда постсинаптик потенциаллар одатда нейрон танасида пайдо бўлади, улар табиатан ҳаракат потенциалидан жуда фарқ қилади - масалан, улар ҳамма нарса ёки ҳеч нарса тамойилига бўйсунмайди. Ушбу потенциаллар аксоннинг махсус миелинсиз қисмида - унинг бошланғич сегментида ҳаракат потенциалига айланади ва кейин яна нейрон сома ва дендритларига тарқалади.). Очиқ ва ёпиқ ҳолатда иккита натрий канали бўлган мембранани кўрсатадиган энг оддий диаграммаси - бу хужайра мембранасида ион каналлари - мембранада тешикларни ҳосил қилувчи оксил молекулалари мавжудлиги билан боғлиқ бўлади, улар орқали ионлар ичкарига ҳамда ичкаридан ташқарига ўтиши мумкин. Мембранадан ташқарига ва ичкарига ҳаракати махсус насос орқали амалга оширилади. Кўпгина каналлар ионга хосдир - натрий канали деярли фақат натрий ионларининг ўтишига имкон берса бошқа ионларнинг бу йўлакчадан ўтишига йўл қўймайди (бу ҳодиса селективлик деб аталади).

Кўзгалувчан тўқималар хужайраларининг мембранаси (асаб ва мушаклари) мембрана потенциалининг ўзгаришига тезда жавоб берадиган кўп сонли потенциалга боғлиқ ион каналларини ўз ичига олади. Мембрананинг деполаризатсияси, биринчи навбатда, кучланиш билан боғланган натрий каналларининг очилишига олиб келади. Бир вақтнинг ўзида етарли миқдорда натрий каналлари очилганда, мусбат зарядланган натрий ионлари улар орқали мембрананинг ички қисмига оқиб ўтади.

Бу ҳолатда ҳаракатлантирувчи куч концентрация градиенти (мембрананинг ташқи томонида хужайра ичидагидан кўра кўпроқ мусбат зарядланган натрий ионларининг мавжудлиги) ва мембрананинг ички қисмидаги манфий заряд билан таъминланиши ҳисобланади. Натрий ионларининг оқими мембрана потенциалининг янада катта ва жуда тез ўзгаришига олиб келади ва бу ходиса ҳаракат потенциали деб аталади (ихтисослашган адабиётларда у ҳаракат потенциаллари деб аталади). “Ҳаммаси ёки ҳеч нарса” қонунига кўра, кўзгалувчан тўқималарнинг хужайра мембранаси кўзгалувчига умуман жавоб бермайди ёки ўша вақтда у максимал куч билан жавоб беради. Яъни, кўзгалувчи жуда заиф бўлса ва чегарагача етиб боролмаса, ҳаракат потенциали умуман юзага келмайди; бир вақтнинг ўзида чегара кўзгалувчиси чегарадан ошиб кетган кўзгалувчи билан бир хил амплитудали ҳаракат потенциални келтириб чиқаради. Бу ҳаракат потенциалининг амплитудаси ҳар доим бир хил бўлади дегани эмас - мембрананинг бир хил бўлими турли ҳолатда бўлиб, турли амплитудали ҳаракат потенциалларини ҳосил қилиши мумкин. Кўзғалишдан сўнг, нейрон бир мунча вақт мутлақ рефрактерлик ҳолатида бўлади, ҳеч қандай сигнал уни қайта кўзгалолмайди, сўнгра уни фақат кучли сигналларгина кўзғатиши мумкин бўлган нисбий рефрактерлик босқичига киради (ҳаракат потенциалларининг амплитудаси паст бўлган вақт). Натрий ионларининг электр токини ўтказувчанлиги ошган пайтда тез натрий оқимининг инактивацияси рўй беради, яъни натрий каналларининг инактиватсияси амалга оширилади.

Миелинсиз тола бўйлаб ҳаракат потенциали доимий равишда тарқалиб туради. Асаб импульсини ўтказиш электр майдонининг тарқалиши билан боғлиқ ҳолда амалга оширилади. Электр майдони туфайли ҳосил бўлган ҳаракат потенциали кўшни ҳудуднинг мембранасини критик даражага деполаризатсия қилишга қодир бўлиб, бунинг натижасида кўшни ҳудудда янги потенциаллар ҳосил қилади. Ҳаракат потенциалининг ўзи ҳаракат қилмайди, у пайдо бўлган жойда йўқолади. Янги ҳаракат потенциалининг пайдо бўлишида асосий ролни олдинги ҳаракат потенциали бажаради.

Агар ўртадаги аксонни рағбатлантириш учун хужайра ичидаги электрод ишлатилса, ҳаракат потенциали ҳар икки йўналишда ҳам бир хил тарқалади.

Одатда, таъсир потенциали аксон бўйлаб бир йўналишда (нейрон танасидан нерв учларигача, яъни дендритларгача) тарқалади, гарчи мембрананинг деполаризацияси ҳозирги вақтда потенциал пайдо бўлган ҳудуднинг ҳар икки томонида содир бўлади. Ҳаракат потенциалининг бир томонлама ўтказилиши ҳаракати натрий каналларининг хусусиятлари билан таъминланишига олиб келади - йўл очилгач улар бир мунча вақт инактивланади (қайтадан куч тўплайди) ва мембрана потенциалининг ҳар қандай қийматида очилмайди (яъни, рефрактерли хусусият амалга оширилади). Шунинг учун, ҳаракат потенциали аллақачон "ўтган" ҳужайра танасига энг яқин жойда, пайдо бўлмайди. Толанинг диаметри қанчалик катта бўлса, бу ўзаро алмашув шунчалик тез содир этиладики, аксон бўйлаб ҳаракат потенциалининг тарқалиши тезлашади. Ҳаракат потенциаллари умуртқали ҳайвонлардаги миелинли толалар бўйлаб, хатто йирик калмар аксонлари бўйлаб ҳаракатланиши ҳам деярли бир хил тезликда (тахминан 100 м/с) амалга ошади.

Миелинли тола бўйлаб ҳаракат потенциали спазмодик тарзда тарқалади. Миелинли толалар фақат Ранвье тугунлари жойларида кучланишли ион каналларининг концентрацияси билан тавсифланади; бу ерда уларнинг зичлиги миелинсиз толалар мембраналарига қараганда 100 марта каттароқ бўлади. Миелин муфтлари соҳасида деярли ҳеч қандай кучланишли каналлар мавжуд эмас.

Ранвьенинг бир тугунида пайдо бўладиган ҳаракат потенциали электр майдони туфайли қўшни тугунларнинг мембранасини критик даражага деполаризация қилади, бу уларда янги ҳаракат потенциалларининг пайдо бўлишига олиб келади, яъни қўзғалиш спазмодик тарзда биттадан ҳаракат қилади, яъни миелин бўғинининг бошқасига ўтказилиши тарзида амалга оширилади. Ранвьенинг битта тугунига зарар етказилган тақдирда, ҳаракат потенциали 2, 3, 4 ва хатто 5- тугунини қўзғатади, чунки миелин бирикмалари томонидан яратилган электр изоляцияси электр майдонининг тарқалишини камайтиради.

"Тўлқинсимон тарқалиши" миелинсиз толалар билан солиштирилганда миелинли толалар бўйлаб ҳаракатланадиган потенциалининг тарқалиши нисбатан тезроқ тезлигини оширади. Бундан ташқари, миелинли толалар қалинроғига нисбатан кўпроқ бўлади шунинг учун ҳам қалин толаларнинг электр қаршилиги сезиларли бўла олмайди, бу ҳам миелинли толалар бўйлаб импульс ўтказиш тезлигига ўз таъсирини ўтказади. Тузли ўтказувчанликнинг яна бир афзаллиги унинг энергия самарадорлигидир, чунки фақат Ранвье тугунлари қўзғатилади, уларнинг майдони мембрананинг 1% дан кам бўлади бўлиб, Na^+ ва трансмембран градиентларини тиклаш учун сезиларли даражада камроқ энергия талаб қилинади. Нерв толаси бўйлаб ҳаракатланадиган

оқимларнинг юқори частотасида муҳим бўлиши ҳаракат потенциалининг пайдо бўлиши натижасида истеъмол қилинадиган K^+ га боғлиқ бўлади.

Миелин қобиғи туфайли ўтказувчанлик тезлигини қанчалик самарали ошириш мумкинлигини тасаввур қилиш учун инсон асаб тизимининг миелинсиз ва миелинланган жойлари орқали импульснинг тарқалиш тезлигини солиштириш кифоя. Тахминан 2 мкм бўлган толанинг диаметри ва миелин қобиғи бўлмаса, ўтказувчанлик тезлиги ~ 1 м / с ни ташкил қилади ва ҳатто бир хил толалар диаметрига эга бўлган заиф миелинатсия мавжуд бўлганда - 15-20 м / с. бўлади. Қалин миелин қобиғига эга бўлган каттароқ диаметрли толаларда ўтказувчанлик тезлиги 120 м / с га етиши мумкин. Битта асаб толаси мембранаси бўйлаб ҳаракат потенциалининг тарқалиш тезлиги доимий эмас - турли шароитларга қараб, бу тезлик жуда сезиларли даражада камайиши ва шунга мос равишда маълум бир бошланғич даражага келиши мумкин. Ҳаракат потенциалининг пайдо бўлишини таъминлайдиган мембрананинг фаол хусусиятлари, асосан, кучланиш билан боғланган натрий (Na^{+-}) ва калий (K^{+-}) каналларининг ҳатти-ҳаракатларига асосланади. Ҳаракат потенциалларининг бошланғич босқичи кирувчи натрий оқими билан ҳосил бўлади, кейинчалик калий каналлари очилади ва чикувчи K^+ оқими мембрана потенциалини дастлабки даражасига қайтаради. Дастлабки ион концентратсияси кейинчалик натрий-калий насос помпаси томонидан тикланади. Ҳаракат потенциалларининг ўсиб бориши билан каналлар бир ҳолатдан бошқа ҳолатга ўтади: Na^+ каналлари учта асосий ҳолатга эга - ёпиқ, очик ва фаол бўлмаган (аслида масала мураккаброқ, аммо тавсиф учун бу учтаси етарли бўлсада), K^+ каналларининг иккита - ёпиқ ва очик ҳолатлари ўрганилади, аммо учаласининг ҳаракатларини ҳам билиш керак.

Ҳаракат потенциалларини шакллантиришда иштирок этувчи каналларнинг ҳатти-ҳаракати ўтказувчанлик нуқтаи назаридан тавсифланади ва узатиш коэффициентлари орқали ҳисобланади. Трансфер коэффициентларини Алан Ллойд Ходгкин ва Эндрю Хаксли томонидан ўйлаб топилган. (Сер Эндрю Филдинг Хаксли ва сер Алан Ллойд Ходкин - инглиз нейрофизиологи ва биофизики, 1963 йилда физиология ёки тиббиёт бўйича олиб борган ишлари учун ҳамда ҳаракатлар потенциалларини очиб берганликлари "периферик ва марказий ҳудудларда кўзғалиш ва ионларнинг ҳаракати механизмлари кашфиётлари учун) Нобел мукофоти лауреати совриндори бўлганлар.

Дендритик таъсир потенциали - гарчи ҳаракат потенциаллари асосан паст чегарали нейрон аксонининг бошланғич сегментида ҳосил бўлиши мумкинлигига узоқ вақтдан бери ишониш билан бўлса-да, сўнгги ўн йилликларда ҳаракат потенциаллари дендритларда ҳам ўз таъсирини ўтказади. Ушбу дендритик таъсир потенциалларини аксонал таъсир потенциалларидан ажратиш

учун кўпинча "дендритик бошоқлар" деб ном олган "дарахт"ларга ҳам таъсири ўрганилаяпти. Дендрит сўзининг маъноси дарахт деган маънони англатади, чунки унинг тузилиши ва тарвақаланиб кетиши дарахтга ўхшайди.

Дендрит бошоқлари марказий асаб тизимидаги кўп турдаги нейронларнинг дендритларида дендритни фокал стимулятсия қилиш орқали маҳаллий равишда ҳосил бўлади. Умуман олганда, уларнинг бир оз аралашган табиатига қарамай, дендритик бошоқларнинг учта асосий тури, улар остида жойлашган фаол ўтказгичлар синфига кўра аниқ фарқланиши мумкин: H^+ , Ca^{2+} (ёки плато тиканлар) ва H -метил-Д-аспартат бошоқлари мажмуасидир.

Ҳар хил электр хоссалари, канал турлари ва турли дендритик морфологиялар ҳар хил кўтарилиш вақтлари ва давомийликлари билан алоҳида дендрит таъсири потенциалларини келтириб чиқарса-да, дендритик тиканлар классик (аксонал) таъсир потенциалларига хос хусусиятларга эга бўлади: улар қўзғалиш чегарасига, ўтга чидамлилигига эга эканлигини эсдан чиқармаслик лозим. Улар маълум даврда ва маълум масофада фаол равишда тарқалади. Дендритли бошоқ - чизиқли бўлмаган ҳодиса бўлиб, у бошқа синапсларнинг таъсирини енгиб, дендритга кириш сигналларининг синхронлаштирилган кластерларини маҳаллий йиғиш натижасида пайдо бўладиган қўшимча синаптик киришларнинг интегратсиясини олдини олади. Дендритик тиканлар, одатда, аксонал таъсир потенциалидан анча секинроқ ва сомадан (маҳаллий тиканлар) ажратилган ҳолда ёки аксонал таъсир потенциалларининг орқага тарқаладиган қисмига тўғри келади. Агар дендритли бошоқ етарлича кучли бўлса, у нейрон танасига (сомага) тарқалиши ва соматоаксонал таъсир потенциалларининг пайдо бўлишига ёки ҳатто ҳаракат потенциалларининг мажмуасининг ҳаракатига олиб келиши мумкин. Дендритли тиканлар мавжудлиги нейроннинг ҳисоблаш функциялари репертуарини сезиларли даражада оширади, маҳаллий кириш сигналларининг функционал ассоциациясини амалга оширади; акс ҳолда соматик потенциалга таъсир қила олмайдиган узоқ синаптик импульсларнинг кучайтиради; синаптик пластиситни рағбатлантиришга таъсир қилади.

Калий ва натрий ионларининг алмашинуви мана шундай амалга ошади.

Фойдаланилган адабиётлар

1. КБ Холиков. Проблематика музыкальной эстетики как фактическая сторона повествования. *Science and Education* 3 (5), 1556-1561
2. КБ Холиков. Тяготение основа-основ в музыкальной композиции. *Scientific progress* 2 (4), 459-464
3. КБ Холиков. Вокальная культура как психологический феномен. *Актуальные вопросы психологии, педагогики, философии* 2 (11), 118-121

4. КБ Холиков. О принципе аддитивности для построения музыкальных произведения. *Science and Education* 4 (7), 384-389
5. КБ Холиков. Важнейшие полифонические формы многоголосных произведений. *Scientific progress* 2 (4), 557-562
6. КБ Холиков. Уровень и качество усвоения предмета музыки, закрепление памяти и способности учащихся. *Science and Education* 5 (2), 452-458
7. КБ Холиков. Обученность педагогике к освоению учащихся сложным способам деятельности. *Science and Education* 5 (2), 445-451
8. КБ Холиков. Обязанности миелина, о левом и правом пороге миелина. *Science and Education* 5 (2), 33-44
9. КБ Холиков. Эффективное действия сквалан-углеводород тритерпенового ряда и амаранта к заболеваниям рака, опухоли. *Science and Education* 5 (2), 27-32
10. КБ Холиков. Педагогическое корректирование психологической готовности ребенка к обучению фортепиано в музыкальной школе. *Science and Education* 4 (7), 332-337
11. КБ Холиков. Защитный уровень мозга при загрузке тренировочных занятиях и музыкального моделирование реальных произведениях. *Science and Education* 4 (7), 269-276
12. КБ Холиков. Прослушка классической музыки и воздействия аксонов к нервной системе психологического и образовательного процесса. *Science and Education* 4 (7), 142-153
13. КБ Холиков. Новые мышление инновационной деятельности по музыкальной культуры в вузах Узбекистана. *Science and Education* 4 (7), 121-129
14. К.Б. Холиков. Отличие музыкальной культуры от музыкального искусства в контексте эстетика. *Science and Education* 3 (5), 1562-1569.
15. КБ Холиков. Модели информационного влияния на музыку управления и противоборства. *Science and Education* 4 (7), 396-401
16. КБ Холиков. Измерение эмоции при разучивании музыки, функция компонентного процессного подхода психологического музыкального развития. *Science and Education* 4 (7), 240-247
17. КБ Холиков. Манера педагогической работы с детьми одарёнными возможностями. *Science and Education* 4 (7), 378-383
18. КБ Холиков. Внимания музыканта и узкое место захвата подавление повторения, сходство многовоксельного паттерна. *Science and Education* 4 (7), 182-188

19. КБ Холиков. Сравнение систематического принципа музыкально психологического формообразования в сложении музыки. *Science and Education* 4 (7), 232-239
20. КБ Холиков. Мозг и музыкальный разум, психологическая подготовка детей и взрослых к восприятию музыки. *Science and Education* 4 (7), 232-239
21. К.Б. Холиков. Музыка как релаксатор в работе мозга и ракурс ресурсов для решения музыкальных задач. *Science and Education*. 3 (3), 1026-1031.
22. КБ Холиков. Характеристика психологического анализа музыкальной формы, измерение ракурса музыкального мозга. *Science and Education* 4 (7), 214-222
23. КБ Холиков. Абстракция в представлении музыкально психологического нейровизуализации человека. *Science and Education* 4 (7), 252-259
24. КБ Холиков. Ответ на систему восприятия музыки и психологическая состояния музыканта. *Science and Education* 4 (7), 289-295
25. КБ Холиков. Проект волевого контроля музыканта и воспроизводимость музыкального произведения. *Science and Education* 4 (7), 189-197
26. КБ Холиков. Психика музыкальной культуры и связь функции головного мозга в музыкальном искусстве. *Science and Education* 4 (7), 260-268
27. КБ Холиков. Внимание и его действие обученному музыканту и оценка воспроизводимости тренировок. *Science and Education* 4 (7), 168-176
28. КБ Холиков. Рост аксонов в развивающийся музыкально психологического мозга в младшем школьном возрасте. *Science and Education* 4 (7), 223-231
29. КБ Холиков. Аксоны и дендриты в развивающийся музыкально психологического мозга. *Science and Education* 4 (7), 159-167
30. КБ Холиков. Фокус внимания и влияние коры височной доли в разучивании музыкального произведения. *Science and Education* 4 (7), 304-311