

ŠIAULIŲ UNIVERSITETO
GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETO
FIZIKOS KATEDRA

Viktorija Gražulytė

Fizikos magistrantūros studijų programos II kurso studentė

**KOMPIUTERINĖS MOKYMO(SI) SISTEMOS „NOVA
5000“ VIRTUALIOS LABORATORIJOS PANAUDOJIMAS
MOKANT FIZIKOS VIDURINĖJE MOKYKLOJE**

**THE USAGE OF COMPUTER TRAINING SYSTEM „NOVA 5000“ OF
VIRTUAL LABORATORY WHILE TEACHING PHYSICS IN SECONDARY SCHOOL**

PEDAGOGINIŲ STUDIJŲ BAIGIAMASIS DARBAS

Darbo vadovė:
Doc. dr. Loreta Ragulienė

Šiauliai, 2013

„Tvirtinu, jog darbe pateikta medžiaga nėra plagijuota ir paruošta naudojant literatūros sąrašę pateiktus informacinius šaltinius bei savo tyrimų duomenis“

Darbo autorė _____

(vardas, pavardė, parašas)

Anotacija

Darbą „KOMPIUTERINĖS MOKYMO(SI) SISTEMOS „NOVA 5000“ VIRTUALIOS LABORATORIJOS PANAUDOJIMAS MOKANT FIZIKOS VIDURINĖJE MOKYKLOJE“ sudaro: įvadas, 8 skyriai, išvados, 20 literatūros šaltinių. Darbe pateikti 22 paveikslėliai. Darbo apimtis 49 puslapiai.

Darbe išanalizuotas informacinių komunikacinių technologijų ir ugdymo teorijų sąlytis, išanalizuota mokymo metodų įvairovė ir klasifikacija, įvertinti informacinių komunikacinių technologijų pranašumai ir trūkumai, išanalizuotos kompiuterinės gamtos mokslų mokymo(si) sistemos „Nova 5000“ panaudojimo galimybės, išanalizuota „Nova 5000“ virtuali laboratorija, išanalizuotas virtualių laboratorinių darbų panaudojimas mokant fizikos vidurinėje mokykloje. Buvo padaryta išvada, kad virtualių laboratorinių darbų pagalba, mokomoji medžiaga yra pateikiama vaizdingai, derinant tekstą bei vaizdą, galima kurti modelius ir tirti reiškinius, kurių realiai tyrinėti mokiniai neturi galimybių. Virtualios laboratorijos naudojimas sprendžia tradicinėse laboratorijose esamų prietaisų susidėvėjimo, darbo su įrengimais saugumo, laiko ir vietos apribojimo, programinės įrangos licencijų ribotumo problematiką.

Annotation

The work „THE USAGE OF COMPUTER TRAINING SYSTEM „NOVA 5000“ OF VIRTUAL LABORATORY WHILE TEACHING PHYSICS IN SECONDARY SCHOOL“ consists of an Introduction, 8 Chapters, Conclusion and 20 References. There are 22 images presented. Work consists of 49 pages.

Relation between the information communication technologies and the education theories is exposed in the work, variety of teaching methods and classification is analyzed, strengths and weaknesses of analysis of information technologies are assessed, opportunities of nature sciences training system “Nova 5000” usage are analyzed, “Nova 5000” virtual laboratory is examined, usage of virtual laboratory works in teaching physics in secondary school is analyzed. It was concluded that the virtual laboratory provides possibility to present educational material graphically, combining text and image, it is possible to build models and investigate the phenomena, which could not be explored by students in reality. Usage of virtual laboratories solves the problem of deterioration of traditional devices in laboratories, problem of safe equipment usage, as well as problems of limited time and place, limited software licenses.

Turinys

Įvadas	5
1. Informacinės komunikacinės technologijos ugdymo procese	8
1. 1. Informacinių technologijų ir ugdymo teorijų sąlytis.....	8
1. 2. Mokymo metodų įvairovė ir klasifikacija	11
1. 3. Informacinių komunikacinių technologijų teikiamos galimybės.....	13
1. 4. Kompiuterinių priemonių klasifikacija	17
1. 5. Informacinių komunikacinių technologijų taikymo pranašumai ir trūkumai	22
2. Informacinės komunikacinės technologijos gamtamoksliniame ugdyme.....	24
2. 1. Kaip informacinės komunikacinės technologijos padeda siekti gamtamokslinio ugdymo tikslų.....	24
2. 2. Integruotas Informacinių komunikacinių technologijų ir gamtos mokslų ugdymas.....	25
3. Kompiuterinė mokymo(si) sistema „Nova 5000“	28
3.1. Mobilios mokymo(si) aplinkos privalumai mokytojams ir mokiniams	30
3. 2. „MultiLab“ programos panaudojimas.....	31
3. 3. Darbas su darbaknyge	33
3. 4. Virtuali laboratorija.....	34
3. 4. 1. Virtualus eksperimentas <i>Laisvasis kūnų kritimas</i>	35
3. 4. 2. Virtualus eksperimentas <i>Harmoninių svyravimų tyrimas</i>	38
3. 4. 3. Virtualus eksperimentas <i>Boilio ir Marioto dėsnis</i>	42
Apibendrinimai ir išvados.....	46
Literatūros sąrašas	48

Ivadas

Pastaraisiais metais informacinės ir komunikacinės technologijos (toliau – IKT) vis labiau įtakoja mokymo ir mokymosi metodus, daro įtaką ne tik mokymo turiniui, bet ir visam ugdymo procesui. IKT skverbiasi į mokymo(si) aplinką kaip vienas iš svarbių jos elementų, leidžiantis didinti ugdymo efektyvumą, naudotis naujais išteklių ugdymo procese. IKT padeda sukurti naują, informacijos šaltinių ir bendravimo priemonių įvairovės praturtintą mokymosi aplinką, kurioje lengviau ugdyti kritinio mąstymo įgūdžius, integruoti įvairių sričių temas, taikyti aktyvius mokymo metodus, išryškinti ir lavinti individualius vaiko gebėjimus, mokyti dirbti savarankiškai ir grupėje.

Kiekvieno mokomojo dalyko tikslas – kokybiškos žinios ir mokėjimai. Praktiniai atminties tyrimai rodo, kad geriausiai įsimenami vaizdiniai, po to grafinės priklausomybės bei vaizdo ir žodžio deriniai [1]. Vaizdumo principas vienas iš didaktikos metodų, kuriais vadovaujama pedagoginėje veikloje, parenkant lavinimo turinį, mokymo metodus ir organizuojant mokymą. Mokymo procese pirmiausia būtina veikti jutimo organus: regėjimo, klausos, motorikos, uoslės, skonio, lytėjimo – ir sąmonėje kurti vaizdinius, iš kurių formuojamos abstrakčios sąvokos. Tam reikia didaktinių vaizdinių priemonių [2]. Nustatyta, kad atsimename 10% to, ką skaitome, 20% to, ką girdime, 50% to, ką girdime ir matome, 70% to, ką kalbame, 90% to, ką atliekame patys [3].

Vadinasi, siekiant, kad naujos žinios būtų kuo tvirtesnės, t. y., kad būtų įsisavintos sąmoningai, reikiamas dėmesys turi būti skiriamas žodžio ir vaizdo derinimui, esminių požymių išskyrimui, ryšių tarp žinių elementų nustatymui, priežasties – pasėkmės ryšių atskleidimui.

Mokant fizikos tam gerai pasitarnauja demonstraciniai bandymai ir jų loginis įprasminimas. Demonstracijomis iliustruojamas naujo klausimo aiškinimas, ugdomi mokinių stebėjimų ir eksperimentavimo gebėjimai, suteikiama naujų žinių, padedama formuoti fizikos sąvokas, nustatomi jų tarpusavio ryšiai, parodoma įgytų žinių praktinė reikšmė [4]. Demonstracinius bandymus labai patogiu atlikti IKT pagalba. Taip padidinamas mokinių susidomėjimas, bei noras prisidėti prie bandymų atlikimo, bei jų analizavimo. Tai, kas atliekama kompiuterinėje erdvėje šiuolaikiniams mokiniams yra aktualu, nes naujos informacinės technologijos pradėjo skverbtis į visas gyvenimo sferas, neaplenkdamos švietimo sistemas.

Tarptautinių tyrimų PISA, TIMSS, ROSE ir kt. rezultatai parodė, kad Lietuvos mokinių gamtamokslinis raštingumas yra ne itin geras, o moksleiviai neigiamai vertina gamtos disciplinų

mokymą mokyklose. Tačiau, jie suvokia, kad mokslas ir technologijos yra svarbūs ateities gyvenimui. Vadinasi, reikia ieškoti naujų mokymo formų ir būdų. Šiandien ugdymo teoretikų ir praktikų dėmesio centre – efektyvus naujų technologijų pritaikymas ir panaudojimas ugdymo praktikoje. 2011 m. atnaujintose Fizikos ugdymo programose iškeliami mokymo(si) kaita: perėjimas nuo formulių mokymosi ir treniravimo jas taikyti prie giluminio reiškinių ir dėsnių supratimo, taikymo naujose, nestandartinėse situacijose, problemų sprendimo, kūrybiškumo ugdymo. Pasikeitus ugdymo turiniui, reikia atnaujinti mokyklinius vadovėlius, kitas mokymo priemones ir padėti mokytojams išmokyti dirbti. Svarbų žingsnį šiai problemai spręsti daro projekto „Technologijų, menų ir gamtos mokslų infrastruktūra“ įgyvendinimas. Pagrindinis projekto uždavinys – modernizuoti bendrojo lavinimo mokyklas, bei profesinio rengimo įstaigas, atnaujinti fizikos, chemijos, biologijos, menų bei technologijų mokymo priemones. Todėl reikalingas nuoseklus ir sistemingas naujų priemonių pristatymas bei metodinių rekomendacijų pateikimas.

Šiame darbe pristatoma viena iš naujų gamtos mokslų kompiuterinių laboratorijų „Nova 5000“ bei aptariamos jos panaudojimo galimybės mokant(is) fizikos. Skaitmeninė kompiuterinė laboratorija „Nova 5000“ skirta fizikos, chemijos, biologijos laboratoriniams darbams mokykloje atlikti. Skaitmeninę laboratoriją sudaro mobilus eksperimentų duomenų fiksavimo, kaupimo ir apibendrinimo įrenginys – minikompiuteris ir elektroninių įrenginių (jutiklių) rinkinys, kurie fiksuoja eksperimentų metu norimas išmatuoti kintančias vertes bei laidais jas perduoda į minikompiuterį. Mokytojai kartu su savo mokiniais gali kūrybingai pritaikyti kompiuterizuotą mokymo sistemą mokymo(si) procese. Galima parinkti skirtingas darbų atlikimo formas ar metodus [5].

Darbo objektas. Kompiuterinės gamtos mokslų mokymo(si) sistemos „Nova 5000“ virtualūs laboratoriniai darbai.

Darbo tikslas. Išnagrinėti kompiuterinės gamtos mokslų mokymo(si) sistemos „Nova 5000“ virtualios laboratorijos panaudojimo galimybes mokant(is) fizikos vidurinėje mokykloje.

Uždaviniai:

1. Išanalizuoti literatūrą apie informacinių komunikacinių technologijų (IKT) ir ugdymo teorijų sąlytį.

2. Išanalizuoti pedagoginę literatūrą apie mokymo metodų įvairovę ir klasifikaciją.
3. Įvertinti informacinių komunikacinių technologijų (IKT) taikymo pranašumus ir trūkumus.
4. Išanalizuoti kompiuterinės gamtos mokslų mokymo(si) sistemos „Nova 5000“ panaudojimo galimybes.
5. Išnagrinėti „Nova 5000“ virtualiąją laboratoriją.
6. Išanalizuoti virtualių laboratorinių darbų panaudojimą, mokant fizikos vidurinėje mokykloje.
7. Apibendrinti ir padaryti išvadas.

1. Informacinės komunikacinės technologijos ugdymo procese

1. 1. Informacinių technologijų ir ugdymo teorijų sąlytis

Informacinės technologijos vis labiau integruojamos į įvairias socialines žmogaus veiklos sritis. Tai atsispindi ir ugdymo procese.

Pastebėta, kad šiuolaikinės ugdymo tendencijos pasislinko nuo orientacijų, formuojančių „žmogų žinantį“, link „žmogaus kūrybiškai mąstančio“, gebančio spręsti problemas dinamiškai kintančiame pasaulyje. Ši poslinkį paskatina naujausių ugdymo technologijų diegimas, aktyviųjų ugdymo metodų taikymas, mokytojo veiklos vidinis auditas.

Sokratiškas dialogas – materialių laikmenų nefiksuotos informacijos perdavimo ir suvokimo korekcijos forma – iki šiol masiškai taikomas mokant bei mokantis tiek šeimoje, tiek ugdymo institucijose. Raštas iš esmės pagimdė mokyklą: rašto mokymas iki šiol tebėra visų mokyklų pirmoji užduotis ir tolesnio sėkmingo mokymosi laidas. Spauda suformavo dabartinę mokyklą su vadovėliais, linijine teksto ir mokymo struktūra, knyginės išminties perdavimo funkcija. Tolimųjų ryšių technologijų – telefono, radijo, televizijos – mokykla nepajėgė inkorporuoti, nesurado formos, nesugebėjo pasikeisti ir prisitaikyti naujomis sąlygomis.

Metodas kaip ugdymo įrankis – visų ugdymo paradigimų pamatas. Kaip ugdyti buvo svarbu ne tik Sokratui, A. Komenskiui, bet ir likusiems klasikinio ugdymo paradigmos teoretikams.

Laisvojo ugdymo paradigmos teoretikai akcentavo kūrybiškos asmenybės ugdymą bei siūlė naudoti metodus, kurie dabar dažnai vadinami naujaisiais arba aktyviais.

Problemų sprendimo metodą inicijavo J. Dewey (1859 – 1952) [6]. Jam priskiriama instrumentinės tiesos teorijos – pragmatizmo pagrindo autorystė. Pagal šią teoriją, tiesa yra tai, kas mums padeda veikti konkrečioje situacijoje. J. Dewey pasiūlė problemų sprendimo metodą. Jo socialinė prasmė akivaizdi – vaikas privalo išmokti spręsti problemas, nes tai yra gyvenimo pagrindas. Būtina išmokti atrasti veikimo tiesą bet kokioje situacijoje. Vaikas jau mokykloje gyvena, jis nepradės gyventi tik baigęs mokyklą. Todėl jau mokykliniame gyvenime jis gali turėti apsčiai problemų, kurias spęsdamas išmoks surasti išeitį iš įvairių situacijų. Dalykinė išmintis pakimba ore, jei nėra probleminių situacijų, kuriose ji reikalinga. Net jei tokių situacijų susidarymo tikimybė yra labai didelė baigus vidurinę mokyklą, tai dar nėra pakankamas pagrindas to mokytis vidurinėje – to reikėtų mokytis aukštojoje arba profesinėje mokykloje. Remiantis išimtinai vaikui aktualiomis problemomis sukuriama ir mokymosi motyvacija.

Veikale „Mano pedagoginis credo“ J. Dewey rašo: „Jei pedagogo pastangos nėra susijusios su kokia nors savarankiška, paties vaiko iniciatyva atliekama veikla, ugdymas virsta išoriniu spaudimu. Tai iš tiesų gali duoti tam tikrų išorinių rezultatų, bet vargu ar jie tikrai vadinami ugdomaisiais.“ „Kas yra mokykla? – Esu įsitikinęs, kad mokykla pirmiausia yra socialinė institucija ... – taigi ugdymas yra gyvenimas, o ne pasirengimas gyvenimui ...“ [6].

B. Skinner (1904 – 1990) – žymiausias bihevioristinės psichologijos atstovas, dar 1954 metais sukūrė seniausią su kompiuteriais susijusią mokymo formą – programuotą mokymą [7]. Juo remiantis, visas mokomojo dalyko turinys suskaidomas į nedidelius elementus (pavyzdžiui, trumpas tezes, sakinius, formules). Kiekvieno šio mokomosios medžiagos fragmento išmokimas susideda iš trijų etapų:

1. studentui pateikiamas naujas turinys;
2. patikrinama, ar jis suprato ir išmoko išdėstytą medžiagą (pvz., pateikiamas testas);
3. iš karto pranešama, ar jis teisingai atliko užduotį. Išmokus vieną medžiagos fragmentą, dėstomas kitas bei kartojami kiti du mokymosi etapai.

Taip žingsnis po žingsnio išdėstoma visa mokymosi medžiaga. Programuoto mokymo teorijos šalininkai pirmieji išvelgė, kad šiam metodui taikyti puikiai tinka kompiuteris.

Šiuolaikinėse švietimo reformose labai dideliu mastu remiamasi kognityvine J. Piaget psichologija [8]. Ja remiantis buvo sukurtos kitokios kompiuterizuoto mokymo formos. Teorijose ši srovė vadinama konstruktyvizmu, kaip pasikliaujanti vaiko intelekto aktyvumu, vaiko kūrybinėmis galiomis – žinios, išmokimas konstruojasi paties vaiko viduje kūrybos metu. J. Piaget suvokia intelektą kaip žmogaus prisitaikymo prie aplinkos būdą. Pagrindinis žmogaus būdas išlikti – pasitelkti intelektą, išmokti elgsenos įvairiose situacijose, atgaminti savo patirtį ir ją pasinaudoti, perteikti ją palikuonims.

Intelektu struktūros pagrindas – elgesio schemų sistema. Žmogus prisitaiko prie aplinkos susikurdamas daug įvairiausių aukšto abstrakcijos lygio elgesio schemų. Bet kokioje padėtyje jis bando atpažinti situaciją ir elgtis pagal tai situacijai būdingą schemą. Kiekviena nauja situacija žmogui gali sukelti atpažinimo ir elgsenos pasirinkimo keblumą. Intelektinis prisitaikymas yra tuo efektyvesnis, kuo įvairesnę patirtį žmogus turi, kuo daugiau situacijų jis išstengia teisingai atpažinti, įvertinti ir pasirinkti elgseną jose, kuo greičiau jis pajėgus susikurti naujas elgesio schemas, interpretuodamas susidariusią situaciją, jungdamas įvairios savo patirties elementus.

Intelektinis prisitaikymas vyksta sąveikaujant keturioms pagrindinėms operacijoms, kurias J. Piaget pavadino adaptacija, asimiliacija, akomodacija ir pusiausvyra [8]. Asimiliacija –

tai bandymas naujoje situacijoje taikyti turimas elgesio schemas. Akomodacija – bandymas kurti naujas elgesio schemas, kai senosios pasirodo neefektyvios. Šių intelektinių operacijų sąveiką galima būtų nusakyti taip: intelektas prisitaiko prie situacijos tada, kai nusistovi tam tikra pusiausvyra tarp bandymų situaciją asimiliuoti, akomoduoti ir adaptacijos pojūčio. Tai nereiškia, jog rezultatas bus optimalus. Jis bus toks, koks teiks nusiramimą – pusiausvyrą. Čia svarbu pažymėti du dalykus, kurie iš esmės lemia prigimtinių nuolatinį intelekto aktyvumą: žmogus nuolat patenka į naujas situacijas arba naujai jas interpretuoja. Pusiausvyra dažniausiai yra labai momentinė, ir intelektas nuolat nukreiptas atkurti pusiausvyrą. Iš čia išplaukia vienas esminių kognityvinės psichologijos teiginių: kiekvienas vaikas ir kiekvienas žmogus nuolatos aktyviai formuoja savo intelektą.

Aukščiau pateiktą teoriją galime pritaikyti mokymo procesui. Mokytojas paskelbia naują temą, papasakoja apie naujus dėsningumus, pratimų atlikimo būdus ir t. t. ir liepia mokiniams visa tai įsidėmėti, išmokti, išbandyti. Taigi moksleivis atsiduria naujoje konfliktingoje situacijoje: jis dar nemoka naujos medžiagos, nemoka sumaniai spręsti naujų užduočių. Jis turi šią konfliktingą situaciją išspręsti. Konfliktingai situacijai pasikartojus kartojamas ir pasisekęs jos sprendimo būdas. Taip per ilgus dvylika metų susiformuoja tam tikras mokymosi stilius, mokymosi situacijų sprendimo būdas.

Konstruktivizmas kaip opozicija priešpastatomas instruktivizmui, moksleivių instruktavimui, kitaip literatūroje vadinamam objektyvizmu, redukcionizmu. Žinomiausios konstruktivistinės kompiuterinės programos, skirtos mokymui, yra vadinamieji hipertekstai ir mikropasauliai.

William H. Kilpatrick, pasiūlė projektų rengimo metodą, kuris dažniausiai minimas kaip tinkamiausias integruojant IT į ugdymo procesą [9]. Jo metodas savo esme labai panašus į J. Dewey problemų sprendimo metodą [10]. William H. Kilpatrick faktiškai siekė atnaujinti problemų sprendimo metodą. Norint išspręsti problemą, reikia ieškoti ir spręsti etapines problemas, kurių etapų užbaigimas yra sėkmingas projekto užbaigimas. Be to, projektai galimi nebūtinai tiesiogiai konfliktingai situacijai spręsti, bet ir įvairiems vaiko tikslams kūrybiškai siekti, o tai nebūtinai turi būti pateikta kaip problema.

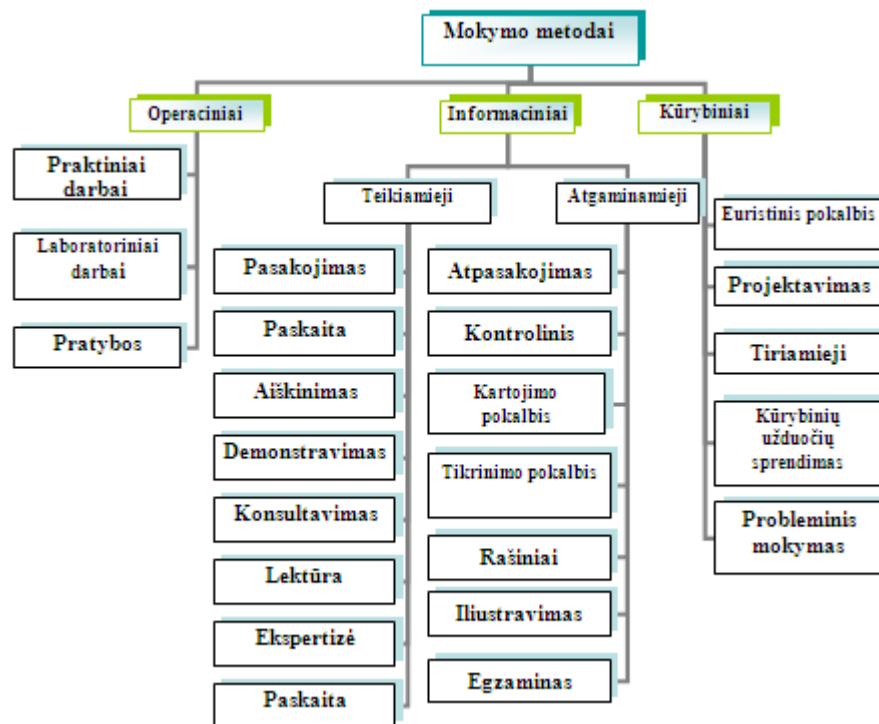
1. 2. Mokymo metodų įvairovė ir klasifikacija

Mokymo metodų įvairovė klasifikuojama pagal šiuos kriterijus: mokymo informacijos šaltinių pobūdį, mokymo žinių šaltinį, mokinio veiklos pobūdį, bendrą interaktyvią pedagogo ir ugdytinio veiklą.

Pedagogai praktikai, remdamiesi tradiciniu mokymo modeliu, kėlė ir tebekelia pamatinius ugdymo tikslus:

- perteikti informaciją;
- skatinti kūrybiškumą;
- formuoti praktinius gebėjimus.

Šiame darbe aptardami IT panaudojimą ugdymo procese vadovausimės Lietuvoje dominuojančia L. Jovaišos pasiūlyta klasifikacija, kuri skirsto metodus pagal mokymui naudojamus žinių šaltinius: žodinius, praktinius, vaizdinius, savarankiško darbo. Remiantis L. Jovaiša nusistovėjo mokymo metodų skirstymas į informacinius, operacinius ir kūrybinius (1 pav.) [11]. O Informaciniai metodai yra teikiamieji ir atgaminamieji. Visi jie skirti žinių įgijimui ir grįžtamajam ryšiui.



1 pav. Mokymo metodų klasifikacija.

Pabandysime paanalizuoti ir išsiaiškinti ar įmanoma naudoti šiuos metodus ir integruoti IT į ugdymo procesą.

Informacijai perteikti naudojami informaciniai mokymo metodai (1 pav.). Skaityti paskaitą demonstruojant, rašyti atpasakojimą ir kurti iliustracijas, tikrinti žinias egzaminu ir pan. naudojant IT, elementaru ir efektyvu. Tiesa, tam būtina gebėti gerai naudotis kompiuteriu, tačiau akcentuoti reikia ne mokymą ir mokėjimą dirbti kompiuteriu, o gebėjimą tvarkyti informaciją. Praktiniai – operaciniai mokėjimai bei įgūdžiai tradiciškai lavinami atliekant praktinius, laboratorinius darbus, pratybas. Tam reikalingos įvairios materialios medžiagos bei priemonės, parengtos užduotys. Kitaip tariant, mokymosi aplinkos, kurios turi edukacinę vertę, bet yra ir pakankamai uždarnos, nes neleidžia ugdytiniui pasirinkti.

Praktiniai – operaciniai mokėjimai bei įgūdžiai tradiciškai lavinami atliekant praktinius, laboratorinius darbus, pratybas. Tam reikalingos įvairios materialios medžiagos bei priemonės, parengtos užduotys. Kitaip tariant mokymosi aplinkos, kurios turi edukacinę vertę, bet kartu pakankamai uždarnos, nes neleidžia ugdytiniui pasirinkti. Programuotas mokymas – suteikė galimybę ugdyti praktinius – operacinius įgūdžius.

Kūrybiniai mokymo metodai – projektavimas, tyrimas, probleminis mokymas, kūrybinių užduočių sprendimas – dažniausiai pateikiami kaip tinkamiausi IT integravimui į ugdymo procesą.

Probleminio mokymo pagrindinė idėja – ieškoti būdų ir priemonių kiekvieno besimokančiojo pažintiniam aktyvumui, savarankiškumui, kūrybiškumui ugdyti. Šio mokymo metodo struktūra yra tokia:

- probleminis situacijos sudarymas,
- problemos sprendimo organizavimas,
- sprendimo tikrinimas.

Pagal aukščiau pateiktą struktūrą technologija gali padėti suformuluoti aktualią problemą, teikti informaciją, ryšius bei įrankius problemai spręsti. Be kita ko, galima ir išspręstą problemą patikrinti.

Projektinis darbas ir kūrybinių užduočių sprendimas pedagogų praktikų veikloje suvokiami labai panašūs metodai, kuriais faktiškai siekiama atnaujinti problemų sprendimo metodą. Norint išspręsti problemą, reikia įvykdyti tam tikrą jos sprendimo projektą.

Galima daryti išvadą, kad dauguma tradicinių mokymo metodų yra tinkamas mokymo ir mokymosi įrankis naudojant IT ugdymo procese. Mokymo metodai sėkmingai gali perteikti informaciją, skatinti kūrybiškumą, formuoti praktinius gebėjimus.

1. 3. Informacinių komunikacinių technologijų teikiamos galimybės

Integruojant IKT į ugdymo procesą siekiama dvejopo tikslo: veiksmingiau, orientuojantis į mokinį, įgyvendinti ugdymo uždavinius ir atliepti visuomenės bei nuolatinio mokymosi poreikius plėtoti IKT kompetenciją.

IKT kompetencija – visuma žinių, gebėjimų ir nuostatų, kurias mokinys įgyja taikydamas IKT. Ši kompetencija nereikalauja kurti naujų kompiuterių programų, bet padeda mokiniui siekti iškeltų mokymosi tikslų ir uždavinių. IKT kompetencijos pagrindas yra gebėjimai, nukreipti į mokymosi procesą, ir įgalinantys mokinį naudotis IKT galimybėmis gerinant savo mokymąsi. Tačiau ji apima ir techninę programinės įrangos naudojimo kompetenciją – gebėjimą pasirinkti reikiamą programinę įrangą, tinkamai ir efektyviai ja naudotis, įvertinti jos naudą siekiant tikslo. Informacinės komunikacinės technologijos gali padidinti mokymosi efektyvumą, tačiau pirmiausia reikia mokėti jomis naudotis. Todėl informacinių technologijų pagrindų mokomasi kaip atskiro dalyko, be to, informaciniai gebėjimai ugdomi per kitų dalykų pamokas.

Vienos IKT kompetencijos struktūrinės dalys yra orientuotos į mokymosi procesą pamokoje: planavimą, įgyvendinimą, stebėjimą ir vertinimą, o kitos apima techninius ir operacinius gebėjimus. Kad galėtų maksimaliai pasinaudoti IKT galimybėmis mokymuisi, mokiniai turi turėti bent minimalius operavimo IKT gebėjimus. Operacinės žinios ir gebėjimai, pakankami naudotis IKT atitinkamame kontekste, susideda iš šių elementų:

- mokiniai išmano pagrindinę terminiją;
- mokiniai geba naudotis kompiuterio ypatumais ir periferine įranga;
- mokiniai geba struktūrinti ir išsaugoti savo duomenis;
- mokiniai geba taikyti pagrindines procedūras žinomose sistemose;
- mokiniai geba taikyti pagrindines rašymo, piešimo, pateikimo, paieškos ir komunikavimo programų funkcijas;
- mokiniai geba taikyti operacines ir saugumo priemones, atsižvelgti į finansinius ir ekologinius IKT taikymo ypatumus.

Kitas svarbus IKT kompetencijos aspektas yra socialinių ir etinių nuostatų ugdymas taikant IKT. Svarbu, kad mokiniai teisėtai ir atsakingai naudotųsi naujomis technologijomis, padėtų vienas kitam kilus sunkumams, tvarkingai, rūpestingai elgtųsi su aparatūra ir programine įranga, žinotų apie virusų buvimą ir mokėtų elgtis gavę neįprastų žinučių, gerbtų kitų intelektualiąją nuosavybę naudodamiesi informacija ir programine įranga.

Svarbiausias IKT kompetencijos aspektas yra IKT taikymas mokantis, ypač savarankiškai, ieškant informacijos ir pateikiant ją, bendradarbiaujant, bendraujant. IKT taikymas mokantis sudaro sąlygas diferencijuoti mokymosi turinį ir tempą. Gera programine įranga aprūpintas kompiuteris iš dalies pakeičia mokytoją. Kompiuteris gali parinkti mokymosi medžiagą ir užduotis pagal mokinio atsakymus, pasiūlyti papildomos informacijos ir vesti žingsnis po žingsnio tolyn, suteikti grįžtamosios informacijos, leisti pakartotinai atlikti užduotį, išsaugoti mokinio atsakymus mokytojui ir t. t. Reikia, kad mokinys gebėtų naudotis mokomosiomis programomis, planuoti savo mokymąsi ir pagal grįžtamąją informaciją įvertinti savo pažangą, pasiekimus bei kaip pasisėkė įgyvendinti mokymosi uždavinius.

Labai daug informacijos sukaupta įvairiose kompiuterinėse enciklopedijose, įvairiems mokomiesiems dalykams skirtose kompaktinėse plokštelėse, internete. Svarbu, kad mokiniai ne tik mokėtų rasti informaciją, bet ir gebėtų pasirinkti tinkamus šaltinius, kritiškai vertintų rastą informaciją, pasirinktą paieškos strategiją.

Siekiant geresnių mokinių ugdymo rezultatų reikėtų plėtoti šias IKT gebėjimų grupes:

1. Informacijos paieška

Mokiniai turi būti mokomi informacijos paieškos pagrindų bei plėtojami jų gebėjimai kritiškai vertinti pateiktą informaciją. Svarbiausi aspektai:

Duomenų ir informacijos šaltinių naudojimas

- mokoma suprasti, kad įvairios informacijos formos – tekstas, grafikai, garsai, skaitmeniniai duomenys ir simboliai – gali būti tarpusavyje susiejamos į prasmingą visumą;
- ugdomi gebėjimai skirti įvairius informacijos šaltinius pagal jų paskirtį bei mokoma kritiškai vertinti pateikiamą informaciją;
- ugdomi gebėjimai pasirinkti informaciją, kuri yra svarbi užduočiai atlikti, bei mokoma suprasti, kokią įtaką gaunamiems rezultatams turi informacijos šaltinių turinys ir tipas;

- ugdomi gebėjimai atrinkti informacijos šaltinius ir faktus, mokant mokinius nustatyti galimą atrankos tendencingumą, atsirinkti patikimus šaltinius, surinkti pagrįstus, tikslius bei patikimus duomenis ir atpažinti surinktą netinkamą informaciją.

Informacijos paieška ir atranka

- ugdomi gebėjimai ieškoti informacijos naudojantis raktiniais žodžiais, rodyklėmis, įvairiais paieškos būdais bei sistemomis;
- mokoma kuo tiksliau apsibrėžti informacijos paieškos ribas, kad būtų galima pasiekti geresnių rezultatų;
- mokoma įvertinti informacijos, gautos iš įvairių informacijos šaltinių, svarbą užduočiai atlikti bei nurodyti informacijos šaltinius;
- mokoma nagrinėti duomenis pagal jų pateikimo formą ir išsikeltas hipotezes, atpažinti koreliacijas tarp kintamųjų, daryti svarias išvadas ir prognozes bei atlikti jų patikimumo analizę.

Organizavimas ir tyrinėjimas

- sukurti ir naudoti tinkamas duomenų apdorojimo sistemas atliekant užduotis bei darant išvadas;
- mokoma sukurti klausimynus bei gautų duomenų lenteles bei ugdomi gebėjimai išvengti klaidų apibendrinant ir sisteminant informaciją;
- mokoma, naudojantis programine įranga, pateikti informaciją įvairiomis formomis (pavyzdžiui, grafikais, diagramomis ar lentelėmis) ir pagrįsti pasirinktą pateikimo būdą;
- mokoma išskirti informaciją iš turimų duomenų, patikrinti išvadų patikimumą, įvertinti, ar išvados neprieštarauja turimiems faktams, bei numatyti tolesnes tyrinėjimo kryptis;
- mokoma suprasti, kaip informacija surenkama ir laikoma privačiuose bei visuomeniniuose valdytuvuose, kokios yra galimybės naudotis asmeniniais duomenimis ir kokią reikšmę elektroninės duomenų bazės turi visuomenei.

2. Idėjų brandinimas ir įgyvendinimas veikloje

Modeliai ir modeliavimas

Situaciją ar procesą galima sumodeliuoti naudojantis IKT. Tokiu būdu mokiniai gali tyrinėti tipinius pavyzdžius (modelius) ir sąryšius keisdami kintamuosius ar taisykles bei ieškoti atsakymų į „Kas nutiktų, jei...?“ pobūdžio klausimus. Pavyzdžiui, mokiniai gali panagrinėti išlaidų už naudojimąsi mobiliojo telefono ryšio paslaugomis priklausomybę nuo pokalbio minučių kiekio per mėnesį, nustatyti, kiek reiktų mokėti, jei... Mokiniai gali keisti, konstruoti turimą modelį įvesdami papildomų sąlygų, pavyzdžiui, tekstinių žinučių kiekis, nemokamos tekstinės žinutės kaip premija ir t.t.

Modelių ir modeliavimo procesų tyrinėjimas:

- įprastinės programinės įrangos naudojimas kuriant, tiriant ir taisant įvairius modelius;
- hipotezių kėlimas, išbandomų modelių lyginimas su informacija iš kitų šaltinių;
- modelio koregavimas bei tolesnis konstravimas, siekiant didinti modelio tikslumą bei taikymo galimybes;
- duomenų tvarkymas ir aprašymas;
- tinkamos veiklos parinkimas;
- dėsningumų bei formulių radimas ir patikrinimas;
- modelio dėsningumų paaiškinimas;
- kintamųjų ar sąlygų pakeitimo poveikio numatymas;
- išvadų formulavimas ir paaiškinimas.

3. Keitimasis ir dalijimasis informacija

Gebėjimas tinkamai pateikti informaciją ar idėjas kitiems yra labai svarbus mokinių komunikacinės kompetencijos plėtotei. Mokiniai turi būti mokomi pažinti pagrindines konvencijas, kurių laikomasi komunikuojant, bei įgyti jų taikymo patirties. Svarbiausi aspektai:

Pritaikymas tikslui, adresatui

- mokiniai supranta, kad informacijos ar idėjų pateikimo būdai ir formos priklauso nuo tikslo ir adresato (pavyzdžiui, skyrelių antraštės padeda adresatui suprasti svarbiausią informaciją);
- pagal tam tikrus kriterijus įvertina savo ir kitų publikacijų, pateiktųjų efektyvumą, pasirinktų priemonių tinkamumą.

Informacijos pateikimas

- mokiniai planuoja ir kuria medžiagos pristatymo būdą naudodamiesi skaitmeninėmis priemonėmis, derina tekstą, vaizdą, garsą, siekdami išryškinti svarbiausius aspektus;
- kritiškai įvertina ir patobulina informacijos pateikimą, atsižvelgdami į tikslą, adresatą, turimas priemones.

Netiesioginis komunikavimas su didele auditorija

- mokiniai mokosi pateikti informaciją plačiai auditorijai, pavyzdžiui, kuria tinklalapį, internetu pateikia klausimyną kitų šalių mokiniams;
- mokiniai mokosi suprasti ir įvertinti IKT teikiamų galimybių pranašumus ir pavojus.

IKT kompetencijai bendravimas ir bendradarbiavimas yra labai svarbus. Bendradarbiavimas duoda daug naudos jau vien dėl to, kad mokinių gebėjimai naudotis IKT labai skiriasi. Jie tarsi nejučia gali labai greitai vienas iš kito perimti operacinius gebėjimus. Bendradarbiaudami mokiniai mokosi padėti vienas kitam, gerbti vienas kito indėlį, nuomonę, susitarimus, laikytis visuotinai pripažįstamų taisyklių [12], [13].

1. 4. Kompiuterinių priemonių klasifikacija

Šiandien pasaulyje yra šimtai tūkstančių mokomųjų kompiuterinių priemonių (MKP). Jas galima klasifikuoti pagal įvairius kriterijus: turinį, paskirtį, mokymo ypatumus ir t.t. Pirmiausia aptarsime mokomasias kompiuterių programas.

Pagal turinį programos skirstomos į bendrąsias ir dalykines mokomasias [14]. Bendrosios mokomosios programos nėra skirtos konkrečiam dalykui mokyti. Jomis naudojamos įvairių dalykų pamokose (pavyzdžiui, kompiuterine enciklopedija „Encarta“ (*Microsoft, 2002*) galima naudotis geografijos, biologijos ir technologijų pamokose). Dalykinės mokymo programos dažniausiai būna skirtos konkrečiai dalykų grupei ar konkrečiam dalykui, ar net konkrečios dalyko temai (pavyzdžiui, programa „Puslaidininkiai“ skirta supažindinti su puslaidininkinėmis medžiagomis ir jų taikymu).

Programos klasifikuojamos pagal paskirtį, pagal taikymą ugdymo procese. L. Markuskaitė, remdamasi užsienio mokslininkų siūlymais, skirsto programas į šiuos tipus:

1. Demonstravimo programos, skirtos vaizdo ir garso medžiagai, žemėlapiams, plakatams, kitoms vaizdinėms mokymo priemonėms demonstruoti. Kompiuterinės demonstravimo priemonės paprastai būna pranašesnės už įprastines, nes kompiuterio ekrane galima pademonstruoti eksperimentus, kurių mokyklos laboratorijoje neįmanoma atlikti (jei jie sudėtingi, brangūs, pavojingi ar pan.), galima ne tik derinti kelis informacijos pateikimo būdus – tekstą, garsą ir vaizdą, – bet ir, kadangi šios priemonės paprastai būna interaktyvios, valdyti stebimą procesą: sustabdyti, pakartoti tam tikrą fragmentą, pakeisti parametrus, pakreipti demonstracijos eigą norima linkme ir pan. Dėl šių kompiuterinių demonstravimo programų ypatumų mokomosios medžiagos pateikimą galima pritaikyti mokytojo darbo stiliui.

2. Pratybų ir kontrolės programos, skirtos įvairioms teorinėms žinioms įtvirtinti ir praktiniams įgūdžiams ugdyti. Tokio tipo programos tarsi „geri testai“: pateikia klausimus (forma gali būti įvairi tiek informacijos, tiek struktūros prasme) bei kantriai (arba skirtą laiką) laukia atsakymo, dažnai kartu atlikdamos ir pagalbininko vaidmenį iškilus sunkumams. Šios programos moko atlikti vieną ar kitą veiksmą – spręsti matematikos, fizikos, chemijos uždavinius, taikyti lietuvių kalbos skyrybos ar kirčiavimo taisykles, įsiminti užsienio kalbos žodžius bei daugelį kitų dalykų. Jos skirtos mokytis tų dalykų, kuriems išmokti reikia praktikos ar įsiminimo, padeda mokiniams savarankiškai išsiugdyti reikiamus įgūdžius, pakeičia pratybų sąsiuvinius. Jei pratybų programa skirta kontrolei, tai ji numato tam tikrus apribojimus (negalime baigti, kada norime, kontrolės metu išsikviesti pagalbos ir pan.). Kaip pavyzdys galėtų būti „Infotesto“ programa (*Info – test, 2001*).

3. Imitavimo, eksperimentavimo, modeliavimo programos, įgalinančios konstruoti, modeliuoti, tirti įvairių reiškinių vyksmą, mechanizmus. Jose galima keisti ne tik kai kuriuos parametrus, bet ir įvairias detales. Kaip pavyzdys gali būti darbas su *Crocodile technology* programa konstruojant įvairius mechanizmus ar elektros grandines ir atliekant bandymus, kai keičiant parametrus grandinėje matome pokyčius (variklio sukimasis, lemputės švietimas, matavimo prietaisų parametrų keitimasis ir pan.).

4. Mokymui skirtos programos (repetitoriai). Jos pasižymi įvairių programų tipų savybėmis. Skirtos įprastoms mokymo priemonėms pakeisti, šios programos apima teoriją, žinių tikrinimo sistemas, kartais ir modeliavimo sistemas. Šios programos turi padėti mokiniui pačiam išmokti vieną ar kitą temą: paaiškinti teoriją, padėti ją suvokti bei išmokyti taikyti praktiškai, formuoti reikiamus įgūdžius ir tikrinti žinias. Šios mokymo priemonės turi būti pagrįstos kompiuterio galimybėmis (interaktyvumu, garso ir vaizdo galimybėmis), todėl jų dėstomosios

medžiagos struktūra, mokymo metodika turi skirtis nuo įprastų vadovėlių, nedubliuoti tradicinių metodų. Kaip pavyzdys gali būti anglų kalbai mokytis skirta *English + (Edusoft)* programa.

5. Pagalbinės mokymo programos, netiesiogiai susijusios su mokymo procesu, tačiau plačiai naudojamos. Tai gana panašu į mokytojams gerai žinomą pagalbinių mokymo priemonių sąvoką. Šioms programoms priskiriamos kompiuterinės enciklopedijos (pavyzdžiui, „Encarta“), žinynai, žodynai ir pan. Šios priemonės būna labai įvairios: universaliosios enciklopedijos, apimančios įvairias mokslo ir kultūros sritis, bei specialiosios enciklopedijos ir žinynai, skirti kuriai nors konkrečiai sričiai. Kompiuterinės enciklopedijos tapo labai populiarios, nes jos pasižymi ne tik informacijos gausumu, bet ir įvairiapusiškumu – jose daug garso ir vaizdo archyvinės, filmuotos medžiagos, multiplikacijų. Kompiuterinėse enciklopedijose gausu informacijos, kurios įprastose enciklopedijose nėra, ji pateikiama daug vaizdžiau. Kompiuterinėse enciklopedijose, žodynuose labai svarbi informacijos paieškos galimybė. Ji yra tobulesnė, paprastesnė ir greitesnė, palyginti su įprastomis priemonėmis.

6. Mokomieji žaidimai – mėgstamiausios mokinių programos. Tokiose programose vyrauja žaidybiniai elementai (lenktyniavimas su kompiuteriu, labirintai ir pan.). Vertintojai (TEEM organizacija, 2002) šiuos žaidimus dar skirsto į nuotykinius (pavyzdžiui, *Age of Empires*), modeliavimo (pavyzdžiui, *Simcity*, *Tim*), lenktynes (pavyzdžiui, *Racing championship*), labirintus (pavyzdžiui, *Legoland*), mokymo veiklos, konstravimo. Kuriai grupei programa priskirtina, nulemia mokomųjų ir žaidybinių tikslų santykis.

7. Mokymo terpės – mokomosios programos, kuriose sudaromos sąlygos patiems vaikams išreikšti savo mintis, idėjas, kurti hipotezes, ieškoti problemos sprendimo. Šiose programose ne kompiuteris moko vaiką, o vaikas – kompiuterį. Mokinys visas problemas sprendžia pats: atranda problemą ir jos sprendimo modelį, patikrina savo hipotezę. Populiarios sistemos yra *LogoWriter*, *Lego Logo*, *Micro World* ir pan. Kai kurioms idėjoms realizuoti kaip mokymo terpė gali būti naudojamos konstravimo ir modeliavimo programos, programavimo kalbos, taikomųjų programų paketai.

8. Taikomosios programos, kurios padeda atlikti įvairius nuobodžius ir varginančius veiksmus. Jos leidžia sutaupyti laiko atliekant „rutininius“ darbus. Tokios priemonės yra tekstų rengimo sistemos, skaičiuoklės, duomenų bazių paketai, statistikos paketai, grafikos, muzikos redaktoriai, interneto naršyklės ir kt. Jos nėra skirtos kuriam nors konkrečiam dalykui mokytis. Jomis galima naudotis per įvairių dalykų pamokas, siekiant įvairių tikslų. Ypač rekomenduojamos pateikčių kūrimo programos, kurios padeda struktūriškai dėstyti savo mintis

skaidrėse. Galima pateikti ne tik tekstą, bet ir paveikslus, grafikus, diagramas, vaizdo ir garso medžiagą, sudarius sąsajas, įterpti kitų mokomųjų programų fragmentus. Bendrosios taikomosios programos, padedančios bendrauti, keistis informacija, dažnai naudojamos nuotoliniam mokymui ir mokymui bendradarbiaujant. Nuotoliniam mokymui naudojamos įvairios mokymo aplinkos, pavyzdžiui, *WebCT*, *Humap*.

Pagal tai, kas kontroliuoja mokymosi eigą (programa ar mokinys), programas galima skirstyti į vadovaujančiąsias bei tyrinėjimo [15]. Vadovaujančiosios programos (demonstravimo, pratybų, žinių kontrolės, mokymo) konkrečiai apibrėžia tikslą, parenka mokymo būdą, pateikia reikiamas žinias ir įtvirtina įgūdžius. Jos yra paremtos dviem didaktiniais principais: besimokantysis išidėmi reikiamas taisykles bei išmoksta jas taikyti; daug kartų atlikdamas panašaus tipo nesudėtingas užduotis, susiformuoja reikiamus įgūdžius. Tyrinėjimo programos (eksperimentavimo ir modeliavimo programos, informacijos šaltiniai) leidžia besimokančiajam pačiam pasirinkti mokymosi tikslus bei eigą. Tokios programos sudarytos pasikliaujant besimokančiojo aktyvumu ir sugebėjimu susiformuoti mokymosi tikslą bei jo siekti.

Ypač daug galimybių mokiniams ir mokytojams teikia kompiuterių tinklai. Kompiuteriai gali būti jungiami į vietinį arba visuotinį tinklą. Kompiuterių tinklą sudaro autonominiai kompiuteriai, sujungti ryšio priemonėmis. Vidinis įstaigos tinklas, grindžiamas interneto technologijomis, vadinama intranetu. Labiausiai paplitęs globalusis tinklas – internetas. Internetas – pasaulinė kompiuterių tinklų sistema, apimanti milžinišką kiekį duomenų, programų, dokumentų bei kitos informacijos ir įgalinanti naudoti asmeninį kompiuterį tos informacijos paieškai. Interneto paslaugos:

- pasaulinis žiniatinklis (*www* arba *web*);
- elektroninis paštas (*E – mail*);
- konferencijos (*UseNet*);
- pokalbiai internete (*IRC*);
- informacijos paieška (*Gopher*);
- ir t.t.

Pasaulinis žiniatinklis - (*World wide web (www)*) – populiariausia interneto paslauga, kurios veikimas pagrįstas hiperteksto naudojimo principu. Žiniatinkliu galima keliauti po pasaulio kompiuterius arba jame pateikti savo informaciją. Juos sudaro daugybė hipertekstinių dokumentų – tinklalapių, dar vadinamų interneto ar žiniatinklio puslapiais. Visi šie dokumentai tarpusavyje yra susieti nuorodomis, leidžiančiomis sparčiai ir patogiai „vartyti“ šiuos puslapius.

Puslapių kokybė yra nevienoda. Informacijos internete ieškoma per paieškos sistemas, pavyzdžiui: *www.google.lt*, *www.altavista.com*, *www.seklys.lt*, *www.search.lt*, *www.yahoo.com* ir kt.

Elektroninis paštas (*E – mail*) – viena iš pirmųjų ir plačiausiai naudojamų kompiuterių tinklų bendravimo paslaugų. Elektroniniu paštu siųstas laiškas pasiekia adresatą per kelias minutes. Kartu su laišku galima siųsti failą iš savo kompiuterio. Elektroniniu paštu mokiniai bei mokytojai gali bendrauti tarpusavyje, užmegzti ryšius su kitų šalių mokiniais ar mokytojais, dalyvauti nacionaliniuose ar tarptautiniuose projektuose.

Internetas suteikia galimybę kurti naujus mokymo metodus. Vienas iš jų yra internetu paremtas mokymas. *www* puslapiuose pateikiama mokymosi medžiaga ir skatinamas besimokančiųjų bendravimas. Internetu paremtas mokymas ne tik suartina fiziškai tolimus besimokančiuosius, bet ir padeda suderinti jų pastangas laiko atžvilgiu. Tarp besimokančiųjų pagal pasiekimus nustatomi hierarchiniai mokinio ir mokytojo santykiai, sudėtingiausius klausimus paaiškina mokytojas. Dėstant tokiu metodu, mokytojo darbas būna labai intensyvus.

Ekstranetas - galimybė pasiekti įstaigos vidinį tinklą iš bet kurios pasaulio vietos. Jo naudojimas labai panašus į interneto naudojimą. Norint pasiekti ekstraneto svetainę, reikia žinoti jos interneto adresą. Lankytojai registruojami, patenkama su slaptažodžiu. Ekstraneto vartotojai paprastai yra vienaip ar kitaip susiję su ekstraneto įstaiga. Pagrindiniai mokyklos ekstraneto vartotojai turėtų būti mokyklos bendruomenės nariai: mokiniai, jų tėvai, mokyklos mokytojai (kai jie yra ne mokykloje).

Mokinių tėvams būtų galima teikti informaciją apie mokinių pažangumą, mokyklos vidaus gyvenimą, įvairių patarimų bei rekomendacijų, skelbimų. Savo ruožtu mokykla tikisi iš tėvų aktyvaus bendradarbiavimo visais mokyklos veiklos aspektais. Mokytojai intranete ir ekstranete galėtų teikti papildomos informacijos mokiniams apie savo dalykus. Tai galėtų būti sunkesnės ir įdomesnės dėstomo dalyko temos, kurioms dažnai nebelieka laiko pamokos metu, taip pat įvairūs paaiškinimai, kaip ir kokius namų darbus atlikti, vykdomų ir numatomų projektų temas, pagalba sirgusiems mokiniams ir pan [12], [13].

1. 5. Informacinių komunikacinių technologijų taikymo pranašumai ir trūkumai

Mokomosios kompiuterių programos turi pranašumų, kai jų naudojimas keičia ugdymo procesą, daro jį efektyvesnį. Svarbu, kad jos padėtų mokytojui ir mokiniui siekti geresnių rezultatų. Kiekvieno tipo kompiuterių programų galimybės ir pranašumai skirtingi. Jeigu lyginsime mokomasias kompiuterių programas su įprastomis mokymo priemonėmis, rasime gana nemažai pranašumų ir trūkumų:

Demonstravimo programos yra pranašesnės už įprastines demonstravimo priemones, nes jomis galima:

- demonstruoti įvairius eksperimentus, kuriuos mokyklos laboratorijoje atlikti labai sudėtinga, brangu ar pavojinga (darbas su gyvsidabriu, aukšta įtampa ar pan.);
- derinti kelis informacijos perteikimo būdus: tekstą, garsą ir vaizdą;
- valdyti stebimą demonstraciją, tai yra sustabdyti, pakartoti tam tikrą fragmentą, padidinti ar sumažinti vaizdą, keisti kitus demonstravimo parametrus.

Pratybų ir kontrolės programos padeda automatizuoti mokytojo naudojamas vertinimo metodikas. Automatizuotas vertinimas būna ne toks subjektyvus, mokytojui palengvina rutininius darbus, efektyviai padeda mokiniui mokantis savarankiškai. Tokios sistemos yra gana pigios, lengvai kuriamos.

Imitavimo, eksperimentavimo, modeliavimo programos pakeičia išties laboratorijas. Mokiniai ekrane gali konstruoti įvairiausių modelius, mokytojui nesirūpinant nei prietaisais, nei medžiagomis, nei saugumo technika. Programos leidžia aktyviai įtraukti mokinius į veiklą. Mokinys, valdydamas situaciją, iškart mato rezultatus, gali patikrinti savo hipotezes, pritaikyti savo žinias sudėtingesnėse situacijose. Kita vertus, imitavimo programos negali absoliučiai pakeisti realios laboratorijos, nes suprimityvina realius reiškinius, todėl nėra pats geriausias būdas atspindėti tikrovę.

Pagalbinėse mokymo programose nesunku atlikti informacijos paiešką, informacija pateikiama labai vaizdžiai (vaizdas, garsas), didžiuliai informacijos kiekiai telpa nedidelėse kompiuterinėse laikmenose, informacija sustruktūrinta hiperteksto forma.

Mokomaisiais žaidimais siekiama mokomųjų tikslų (pavyzdžiui, supažindinama su klaviatūra, mokoma rašybos taisyklių, lavinamas mąstymas ir pan.). Jie didina mokinių veiklos

motyvaciją. Tačiau žaidimai gali būti ir žalingi, jei skatins agresyvumą kitų atžvilgiu, žudymo ir naikinimo instinktus ir pan.

Dirbant su mokymo terpe dominuoja vaikas, o ne mokytojas. Mokymo terpės gali pateikti sudėtingų autentiškų užduočių, įtraukti mokinius į aktyvią veiklą. Šios terpės tinka kognityviniam mokymui, tačiau tik tuo atveju, jei dėmesys sutelkiamas į euristinę aplinką, kuri leidžia kurti, o ne į komandų ir programavimo konstrukcijų mokymą. Pastaruoju atveju *Logo* ar kuri nors kita atvira mokymosi terpė gali būti laikoma tiesiog dar vienos programavimo kalbos mokymu.

Mokymui skirtos programos patogios tuo, kad [16]:

- teorinę medžiagą galima padaryti interaktyvią, pateikti įvairiais pavidalais;
- mokinys gali rinktis įvairias atšakas savarankiškam darbui;
- mokymosi eigą ir tempą galima rinktis pagal mokinio gebėjimus;
- klausimai ir atsakymai konstruojami kaip dinamiška sistema;
- nuolat galima remtis statistiniais duomenimis ir daryti apibendrinimus;
- nėra mokinių konkurencijos;
- vis labiau plintant kompiuteriams galima mokytis ir namuose;
- gali būti labai efektyvios mokantis kai kurių įgūdžių, teikiant mokiniui pagalbą, papildomai mokantis.

Tačiau šios programos:

- neturi galimybių tinkamai reaguoti į ilgesnius mokinio sakytinės kalbos elementus;
- labiau atitinka programuotojo mokymo idėjas, o šios idėjos gana smarkiai kritikuojamos kaip visiškai neatitinkančios šiuolaikinio požiūrio į švietimą;
- pernelyg pabrėžia rezultata, o ne mokymosi procesą;
- moko tik fragmentiškų žinių ir dažniausiai netinka nuostatoms ir vertybėms perteikti;
- neskatina kūrybingumo nuosekliu mokomosios medžiagos dėstymu, mokinio dėmesys nukreipiamas į faktinę informaciją, neskatinamas aukštesnio lygio mąstymas [15];
- ignoruojamas vaiko individualaus ugdymo aspektas: mokinys yra pasyvus, jis tik priima žinias [17].

L. Markauskaitė, pateikdama intelektualiujų mokymo sistemų kritiką, nurodo, kad konstruktyvaus mokymo šalininkai kritikuoja pačią „intelektualaus mokytojo“ idėją: mokinys stumiamas „iš anksto numatytu, galbūt efektyviu sprendimų keliu, bet jam neleidžiama suklysti ar nesuprasti, jis neskatinamas pasirinkti, susiformuluoti tikslą, vertinti“ [12], [13].

2. Informacinės komunikacinės technologijos gamtamoksliniame ugdyme

2.1. Kaip informacinės komunikacinės technologijos padeda siekti gamtamokslinio ugdymo tikslų

IKT taikymas gamtos mokslų pamokose atveria naujų galimybių mokytojui ir mokiniui – tai yra logiškas ir neišvengiamas reiškinys.

Informacinės technologijos padeda siekti daugelio gamtamokslinio ugdymo tikslų ir uždavinių:

- įtvirtinti ir pagilinti gamtos mokslų žinias apie svarbiausius gamtos dėsnius;
- ugdyti mokslinio mąstymo ir tyrimo įgūdžius, plėtoti kūrybingumą ir vaizduotę;
- gilinti pasaulio sudėtingumo ir harmonijos supratimą, atskleisti gamtos mokslų reikšmę praktiniame gyvenime, mokytis atsakingai taikyti gamtos mokslų žinias savo veikloje;
- suprasti gamtos mokslų ir informacinių technologijų reikšmę žmogaus ir visuomenės gyvenime;
- skatinti mokinius domėtis gamtos mokslais, savarankiškai siekti žinių, pasirengti savarankiškai lavintis, tęsti gamtos ir tiksliausių mokslų studijas.

Didaktinėse gamtamokslinio ugdymo nuostatose pabrėžta, kad gamtos mokslų mokymasis – aktyvus procesas. Šiuolaikinis gamtos dalykų mokymas orientuotas į veiklą, kurioje patys mokiniai atlieka tyrimus, bendraudami su mokytoju ir draugais. Mokiniai turi išsiugdyti įgūdžius apdoroti stebėjimų bei eksperimentų rezultatus, informatyviai pateikti šiuos duomenis, turėtų išmokti taikyti kompiuterines technologijas:

- stebėjimams ir eksperimentams atlikti bei jų rezultatams apdoroti,
- informacijai rasti bei rinkti,
- informacijai kaupti,

- rezultatams pateikti.

Mokiniai turėtų patys nustatyti ryšius tarp savo gamtamokslinės patirties ir sukauptų įvairiuose šaltiniuose mokslinių žinių. Jie patys turėtų mokėti sieti mokslinį turinį su naujomis problemomis, spręsti jas, suplanuoti eksperimentus, priimti sprendimus (taip pat ir grupinius). Informacinės technologijos čia atveria daug galimybių:

- galima atlikti daug kompiuterinių eksperimentų, kurie realūs yra labai brangūs, kartais pavojingi, ilgai užtrunka;
- galima kurti modelius;
- kompiuterių programomis galima tirti reiškinius, kurių realiai tyrinėti mokiniai neturi galimybių, pavyzdžiui, branduolinio reaktoriaus veikimą, gyvybines organizmų funkcijas, kraujotakos sistemas ir pan.

Informacinės technologijos padeda labiau pabrėžti ne mokymą, o mokymąsi, ne mokytojų teikiamą informaciją, o aktyvias pačių mokinių studijas [12], [13].

2. 2. Integruotas Informacinių komunikacinių technologijų ir gamtos mokslų ugdymas

Stebėjimo, analizavimo gebėjimams ugdyti gamtos mokslų pamokose dažnai gali būti taikomos demonstracinės kompiuterių programos. Jas valdyti gali mokytojas arba iš anksto pasirengęs mokinys. Klasė stebi, diskutuoja, reikiamą informaciją užsirašo. Kompiuterinės demonstracijos naudojimas priklauso nuo pamokos tikslų. Vien pasyvus stebėjimas teikia nedaug naudos. Galimybė pasitelkti animaciją ir veikti, keisti parametrus sudaro sąlygas kūrybiškam darbui. Demonstracija gali būti naudojama ieškant atsakymų į klausimus ar sprendžiant iškeltą problemą, tikrinant gautas išvadas ar sprendimus, rengiant diskusijas. Pavyzdžiui, fizikos diskusijų objektas gali būti ekologinės, energetikos ir pan. problemos. Diskusijos lavina mokinių kritinį mąstymą, moko kultūringai bendrauti, taisyklingai reikšti mintis. Jų metu gauta informacija lengviau įsimenama. Diskusijos gali būti akstinas ieškoti daugiau informacijos, išsamiau paanalizuoti klausimus.

Naudojant demonstraciją atsakymų į klausimą paieškai, mokinys yra aktyvus. Jis ne tik gauna daug įvairios informacijos (vaizdas, garsas, judesys), bet ir turi ją apibendrinti, padaryti išvadas.

Tyrimų, eksperimentavimo, mokslinio mąstymo gebėjimams ugdyti gali praversti konstravimo, eksperimentavimo ir modeliavimo programos, tokios kaip: *Interactive Physics 2*, *Crocodile Technology*, *Crocodile Chemistry*, *Fizika v kartinkach*, *Model Builder* ir kt. Jose yra nemažai įvairių sumodeliuotų eksperimentų, bet ir mokiniai gali kurti savus, modeliuoti prietaisus, aiškintis jų veikimą, ieškoti atsakymų į iškilusius klausimus. Kompiuteriu galima tirti branduolinio reaktoriaus modelį, eksperimentuoti su pavojingomis cheminėmis medžiagomis, aukšta įtampa ir pan. ieškant atsakymų į klausimą „Kas būtų, jei...?“. Taip pat galima tyrinėti objektus, kurių realiai stebėti negalima, pavyzdžiui, atomų judėjimą medžiagoje, elektronų judėjimą atome ar elektrinėse grandinėse, maisto medžiagų kelionę organizme ir pan. Taip mokiniai mokomi kelti hipotezes, jas tikrinti, daryti išvadas.

Modeliai ir modeliavimas gamtos moksluose yra labai svarbūs. Kompiuteriniai modeliai gali mokiniams padėti suprasti, kaip jie kuriami, kokios jų taikymo ribos – vienomis sąlygomis jie tinkami, kitomis – ne. Taip mokiniai geriau supranta, kad ir dauguma mokslinių teorijų turi taikymo ribas, pavyzdžiui, kai kurie dėsniai galioja tik makropasaulio objektams, ir pan.

Kadangi kompiuteris gali pakeisti kai kurias realias darbo priemones, juo galima tirti, kaip vienu reiškinių ypatybės priklauso nuo kitų, atlikti praktinius ar laboratorinius darbus. Keletas darbų, atliktų kompiuteriu, mokiniams padės geriau suprasti ne tik tiriamus reiškinius, bet ir modeliavimą kompiuteriu. Tam pravers programos *Crocodile Chemistry*, *Crocodile Technology*, *Interactive Physics 2*. Aišku, kompiuteris neatstos darbo su realiomis priemonėmis, tačiau pagyvins pamokas. Kompiuteriu gali dirbti mokinių grupė ar vienas mokinys, kiti – realiomis priemonėmis.

Imitavimo, eksperimentavimo ir modeliavimo programos. Šiose programose galima keisti modeliuojamo reiškinio parametrus bei pačiam konstruoti mechanizmus, stebėti jų veikimą, modeliuoti reiškinius, tirti jų dėsningumus, kurti įvairias hipotezes bei jas tikrinti. Tai programos, leidžiančios mokiniams patiems atrasti galimus dėsningumus, modeliuoti situaciją, apžvelgti problemą įvairiais požiūriais.

Pavyzdžiai:

- *Kompiuterių programa „Crocodile Chemistry“*. Dabartiniu metu, kai mokyklose nuolat trūksta cheminių reagentų, aparatūros ir chemijos indų, ši programa yra puiki pagalba chemijos mokytojui. Ji leidžia atlikti įvairius chemijos eksperimentus virtualioje chemijos laboratorijoje ir iliustruoti chemijos pamokas. Programoje nurodoma, kad dalis eksperimentų yra pavojingi (pavyzdžiui, šarminių ir žemės šarminių metalų reakcijos su vandeniu, parako

kaitinimas ir t.t.) ir jų nereikėtų kartoti realioje laboratorijoje. Programa leidžia ne tik atlikti paprastas chemines reakcijas, bet ir naudoti sudėtingus prietaisus (tokius kaip akumulatoriai) ir sukurti aparatūrą elektrolizei, galvaninių elementų elektrovaros jėgai matuoti, metalų ir įvairių oksidų mišinių lydymosi temperatūrai nustatyti ir kt. Tai palydima gera animacija, garsu bei eksperimentų paaiškinimu. Programa teikia galimybę padidinti aktyvų eksperimento langą, įsirašyti, kopijuoti ir spausdinti atliktą eksperimentą. Atliekami terpių pH, temperatūros, laidumo, tūrio ir laiko (reakcijos greičių) matavimai, medžiagos sveriamos svarstyklėmis, eksperimentai pavaizduojami grafiškai. Kartu programa supažindina su chemijos indais ir prietaisais, moko jų naudojimo bei eksperimentų atlikimo technikos ir darbo kruopštumo.

- „*Crocodile Clips*“. Lengvai perprantama įrankinė fizikos programa elektros kursui mokyti. Tai maža laboratorija kompiuteryje, kuri suteikia galimybę modeliuoti įvairaus sudėtingumo elektros grandines, atlikti eksperimentus su įvairiais elektros prietaisais, naudotis matavimo prietaisais – oscilografu, testeriu. Didelė jau parengtų elektros schemų biblioteka leidžia mokytojui greitai pademonstruoti vieno ar kito prietaiso veikimą. Aišku, kompiuteris negali pakeisti realaus grandinių jungimo, tačiau labai pagyvina pamokas. Keletas darbų, atliktų kompiuteriu, mokiniams padėtų susidaryti aiškesnį ne tik tiriamų elektros grandinių elementų veikimo, bet ir įvairių elektros grandinių modeliavimo kompiuteriu vaizdą. Taip pat galima vaizdžiai pademonstruoti klaidingo elektros elementų jungimo pasekmes. Programa „išplečia“ fizikos laboratorinių darbų priemonių bazę – atliekant darbus kompiuteriu, galima „naudotis“ tokiomis priemonėmis, kurių mokyklos paprastai neturi (pavyzdžiui, milivoltmetru) arba kuriomis mokiniams draudžia naudotis saugaus darbo taisyklės (pavyzdžiui, aukštos įtampos šaltiniu) [12], [13].

- Viena iš naujų gamtos mokslų kompiuterinių laboratorijų yra „*Nova 5000*“. Skaitmeninė kompiuterinė laboratorija „*Nova 5000*“ skirta fizikos, chemijos, biologijos laboratoriniams darbams mokykloje atlikti. Skaitmeninė laboratoriją sudaro mobilus eksperimentų duomenų fiksavimo, kaupimo ir apibendrinimo įrenginys – minikompiuteris ir elektroninių įrenginių (jutiklių) rinkinys, kurie fiksuoja eksperimentų metu norimas išmatuoti kintančias vertes bei laidais jas perduoda į minikompiuterį. Mokytojai kartu su savo mokiniais gali kūrybingai pritaikyti kompiuterizuotą mokymo sistemą mokymo(si) procese. Galima parinkti skirtingas darbų atlikimo formas ar metodus [5].

3. Kompiuterinė mokymo(si) sistema „Nova 5000“

21 amžiaus eksperimentinės fizikos mokymosi aplinka yra daug daugiau nei duomenų rinkimas. Mokyklos privalo supažindinti moksleivius su įrankiais, reikalingais tyrinėti reiškinių, organizuoti eksperimentą, gauti duomenis, juos analizuoti, pristatyti rezultatus bei demonstruoti savo sugebėjimus pateikiant laboratorinių darbų ataskaitas.

Kompiuterizuoti kiekvieną fizikos eksperimentą nėra pats optimaliausias būdas, kadangi kompiuteriai sunaudoja daug laiko ir lėšų bei pririša moksleivį prie eksperimentinio darbo stalo. *Fourier* sistemų „Nova 5000“ sprendimas jungia ne tik duomenų rinkimą ir peržiūrą, bet ir jų analizę [18].

Fourier sistemų produktai mokykloms yra teikiami nuo 1989 m. Šiuo metu daugiau nei 100 *Fourier* gamtos mokslų produktų mokykloms yra naudojama daugiau nei 50-yje pasaulio šalių. 2005 m. *Fourier* programinės įrangos pagrindu buvo sukurta kompiuterinė gamtos mokslų mokymo sistema arba kompiuterinė laboratorija „Nova 5000“ (2 pav.).

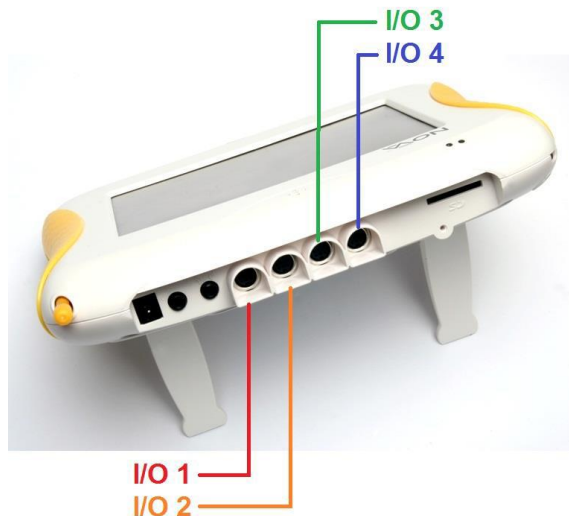


2 pav. Kompiuterinė gamtos mokslų mokymo(si) sistema „Nova 5000“.

Mažiau nei per trejus metus „Nova 5000“ sėkmingai buvo įdiegta į daugelio šalių (JAV, Italijos, Austrijos, Turkijos, Airijos, Rusijos, Pietų Amerikos, Izraelio, Didžiosios Britanijos) švietimo sistemą.

Skaitmeninė kompiuterinė laboratorija skirta fizikos, chemijos, biologijos laboratoriniams darbams mokykloje atlikti. Kiekvieną skaitmeninę laboratoriją sudaro mobilus eksperimentų duomenų fiksavimo, kaupimo ir apibendrinimo įrenginys – minikompiuteris ir elektroninių įrenginių (jutiklių) rinkinys, kurie fiksuoja eksperimentų metu norimas išmatuoti kintančias fizikines vertes bei laidais jas perduoda į mini kompiuterį [5]. Minikompiuteryje visi eksperimentų metu išmatuoti duomenys apibendrinami, išreiškiami eksperimentų metu užfiksuotomis norimomis matavimo dydžių priklausomybėmis (linijiniais ar stulpeliniais grafikais, skaitmenimis) ir pateikiami kitu pasirinktu būdu (rodomos įvairių matavimo prietaisų matavimo vertes fiksuojančios skalės ir eksperimento eiga, spalvomis ar kitaip palyginami matavimo duomenys). Grafikai, diagramos ir eksperimento vaizdo įrašas ekrane gali būti demonstruojami vienu metu.

Naudojantis „Nova 5000“ keturiais jutiklių kištukiniais lizdais (3 pav.), vienu metu galima įjungti iki aštuonių eksperimentui reikalingų jutiklių iš daugiau kaip 50 *Fourier* jutiklių.



3 pav. „Nova 5000“ jutiklių 4 kištukiniai lizdai.

Mini kompiuteryje instaliuotos programinės įrangos: Windows CE.NET 5.0 Programa skirta video failų peržiūrai (Windows Media Player 9), programa PDF formato failų, paveikslėlių peržiūrai, programa pristatymų kūrimui bei redagavimui (Presentations), teksto redaktorius (Text Maker – alternatyvus Word), darbo su lentelėmis (Plan Maker – alternatyvus Excel), elektroniniam paštui Inbox (Client e-mail), internetinei naršyklei (Internet Explorer 6). Yra programinė įranga „MultiLab“ laboratorinių darbų atlikimui (lietuvių kalba) [18].

3.1. Mobilios mokymo(si) aplinkos privalumai mokytojams ir mokiniams

„Nova 5000” mobili laboratorija ir „GoKnow“ mobili mokymosi aplinka, unikaliai suteikia mokytojams ir mokiniams motyvuotą ir veiksmingą mokymo platformą. Kaip pavyzdys, „Nova“ mokymosi aplinka įkvėpta „GoKnow“ skatina mokytojus naudoti plataus diapazono produktyvias ir motyvuojančias dėstymo strategijas, ji taip pat skatina studentus ugdyti gilinimąsi į visuomenės informavimo priemones, sudėtinius dokumentus.

„GoKnow“ mobili mokymosi aplinka (MMA) yra užduoties studijavimui tinkamų įrankių rinkinys, sukurtas portatyviniams prietaisams, tokiems kaip „Nova 5000”. Pilnas MMA rinkinys apima visapusį klasės valdymo įrankį (GoSync), taip pat pamokos planų komplektą, kuris padeda mokytojams įtraukti portatyvinę technologiją į mokymo programą. Kitas MMA pritaikymas įgalina mokytojus atlikti platų diapazoną užduočių, tokių kaip: įdiegti mokomąsias medžiagas, elektronines knygas ir apklausas į studentų portatyvinius kompiuterius, stebėti „Nova 5000” naudojimą bei paraiškas; taip pat kaip pašalinti neatitinkančias paraiškas iš „Nova 5000“. Naudojant mobilios mokymosi aplinkos rinkinį studentai gali sukurti koncepcinius žemėlapius, rašyti tekstą, piešti bei animuoti paveikslėlius, užfiksuoti interneto puslapius ir kurti pristatymus.

Pagrindiniai mobilios mokymosi aplinkos privalumai

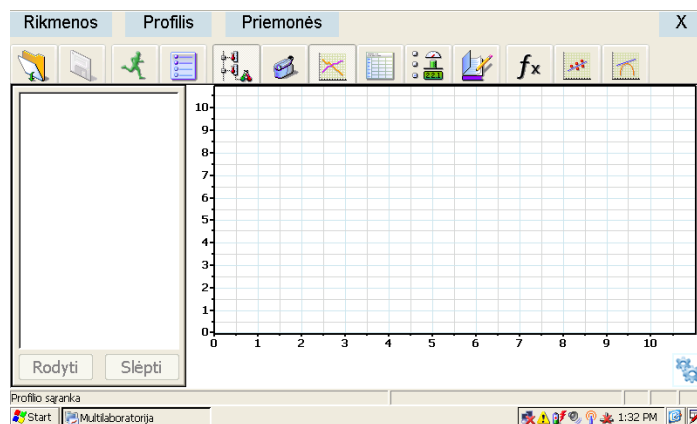
Mokytojams	Studentams	IT personalui	Administratoriams
<ul style="list-style-type: none">• Palaiko elektroninį studentų darbų aplanką.• Suteikia patogią prieigą prie studentų darbų.• Motyvuoja ir įpareigoja mokinius, net labai užsispyrusius.	<ul style="list-style-type: none">• Neleidžia studentams neturėti veiklos.• Suteikia daugialypes galimybes saviraiškai ir komunikacijai.	<ul style="list-style-type: none">• Padidina įrenginio stabilumą, galima nesunkiai panaikinti nepatvirtintą programinę įrangą.• Suteikia programinės įrangos licencijos informaciją, centralizuoja programinės įrangos diegimą ir plėtojimą.	<ul style="list-style-type: none">• Seka ką daro studentai.• Įgalina artimesnį mokyklos – namų ryšį, suteikiant tėvams prieigą prie mokinių profilių.

Buvo aptarta tik keletas iš daugelio mokymo ir mokymosi teikiamų galimybių, naudojant mobilią mokymosi aplinką „Nova 5000“ [18].

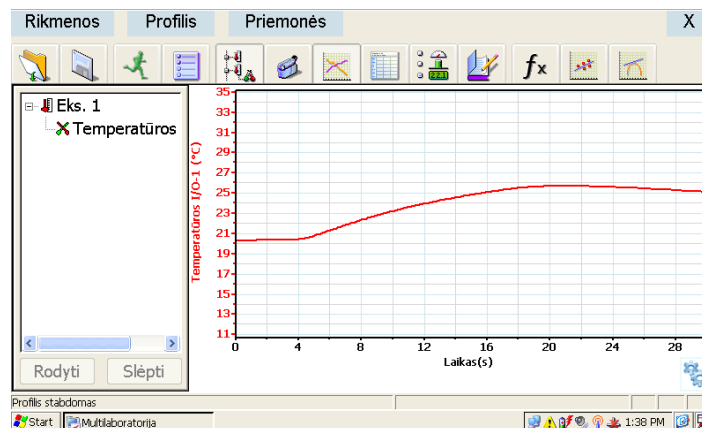
3. 2. „MultiLab“ programos panaudojimas

Kompiuterinėje mokymo sistemoje „Nova 5000“ yra įdiegta galinga programinė įranga „MultiLab“, kurios įrankiai įgalina moksleivius, atliekančius gamtos mokslo eksperimentus, persikelti į tikrą skaitmeninę laboratoriją, rinkti, peržiūrėti ir analizuoti duomenis.

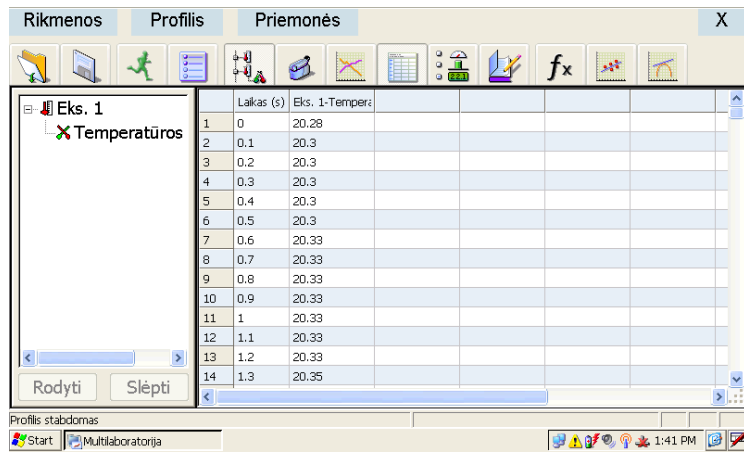
„MultiLab“ programa yra paprasta ir novatoriška. Priklausomai nuo to, koku formatu norima matyti realiu laiku registruojamus eksperimentinius duomenis, galima rinktis vieną iš kelių skirtingų ekrano peržiūrų. Grafikai, diagramos ir eksperimento vaizdo įrašas ekrane gali būti demonstruojami vienu metu (4 – 8 pav.).



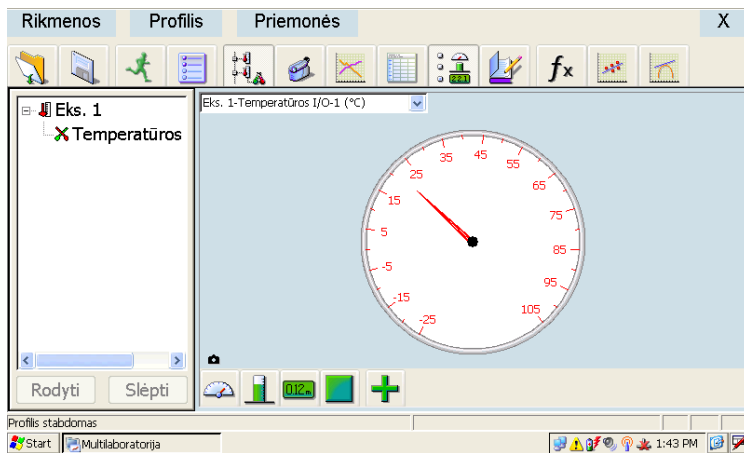
4 pav. Programos vaizdas.



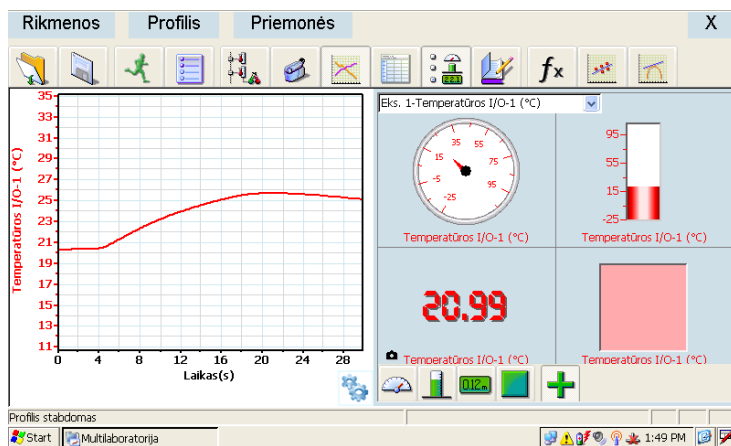
5 pav. Duomenų „medžio“ (kairėje) ir grafiko vaizdas.



6 pav. Duomenų „medžio“ (kairėje) ir skaitinės lentelės vaizdas.



7 pav. Duomenų „medžio“ (kairėje) ir metrinis vaizdas.



8 pav. Grafinis (kairėje) ir metrinis vaizdas.

Lanksčios iš išsamios programinės įrangos „MultiLab“ savybės leidžia:

- rinkti ir rodyti duomenis realiu laiku;
- rodyti duomenis grafikų, lentelių ir skaitiklių formatu;
- analizuoti duomenis naudojant analizės vedlį;
- importuoti / eksportuoti duomenis;
- instrukuoti moksleivius kaip atlikti eksperimentą, naudojant *darbaknygę*;
- peržiūrėti nufilmuotus eksperimentus, atidarant vaizdo failus;
- ir daug daugiau.

Surinkus ir peržiūrėjus eksperimentinius duomenis, įvairūs „MultiLab“ įrankiai įgalina juos išsamiai analizuoti:

- skaityti grafiko duomenų taško koordinatės (koordinatės rodomos grafiko lango apačioje);
- skaityti skirtumą tarp dviejų koordinačių reikšmių (skirtumas rodomas grafiko lango apačioje);
- naudoti analizės funkcijas (*Analysis Wizard / Analizės vedlys*): tiesinės, kvadratinės, eksponentinės ir kt. kreivių sutaptis / tinkinimas, išvestinė, integralas, statistika ir kt;
- naudoti statistinę analizę: apskaičiuoti plotą, vidurkį, medianą, modą, standartinį nuokrypį, minimalią, maksimalią reikšmę pasirinktame intervale ir kt [5].

3. 3. Darbas su darbaknyge

Su „Nova 5000“ yra pateikiami 52 eksperimentai iš fizikos [19]. Jie suskirstyti į tris eksperimentines grupes: „Mechanika“, „Elektra ir magnetizmas“ bei „Garsas ir bangos“.

Kiekvieną eksperimento aprašą sudaro šios dalys:

- įvadas (trumpas sąvokų ir teorijos aprašymas),
- įranga (prietaisai ir priemonės reikalingos eksperimentui atlikti),
- įrangos parengimas (pateikiamos eksperimento parengimo nuorodos, prietaisų jungimo tvarka),
- duomenų kaupiklio nustatymas (nustatymo nuorodos),
- eksperimento eiga (pateikiamas eksperimento atlikimo nuoseklus algoritmas),
- duomenų analizė,

- klausimai,
- kiti eksperimento pasiūlymai.

Visi eksperimentų aprašai yra pateikti internetinėje laboratorinių darbų bibliotekoje, vadinamoje *darbaknyge*. Kiekviename apraše yra eksperimento pavyzdys, kuris vienu mygtuko paspaudimu automatiškai sukonfigūroja „MultiLab“ programą. Norint pradėti matavimus, belieka paspausti *Run / Start* mygtuką. Kiekvieną kartą paleidus eksperimentą iš darbolapio, „MultiLab“ atsidaro nauja projekto byla su tais pačiais išankstiniais nustatymais. Galima naudoti *Fourier* sukurtus darbolapius arba sukurti savo. Taip pat galima keisti esamus lapus pagal savo poreikius [5].

3. 4. Virtuali laboratorija

Virtuali laboratorija – tai paskirstyta aplinka, kuri teikia vartotojams šias galimybes:

- prieigą prie nutolusių įrenginių ar prietaisų,
- vartotojas gali individualiai pasirinkti dinaminį matavimų scenarijų,
- naudotis skaitmenine mokslo biblioteka,
- išsaugoti duomenis ir jais manipuliuoti,
- dirbti grupėje,
- savarankiškai atlikti eksperimentą, laboratorinį darbą ar praktinę užduotį,
- remiantis pateikta teorine medžiaga analizuoti gautus rezultatus,
- elektroninėmis komunikacijos priemonėmis konsultuotis su kolegomis,
- peržiūrėti jau anksčiau atliktus panašaus pobūdžio darbus, jų rezultatus, ataskaitas, lyginti juos su ką tik gautomis.

Virtualios laboratorijos gali būti sudaromos keliais būdais:


- sudaromi imitaciniai stendai, kurie nuskaito įvairių įrenginių duomenis ir juos pateikia monitoriaus ekrane,
- sudaromi dvimačiai arba trimačiai modeliai, atitinkantys realius reiškinius.

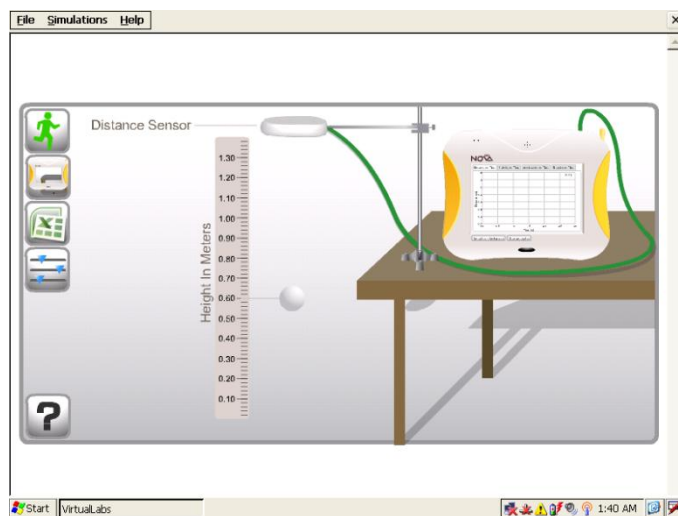
Virtuali laboratorija yra pranašesnė už fizinę dėl kelių aspektų – virtuali laboratorija nepriklauso nei nuo vietos nei nuo laiko, galimas lankstus ir greitas eksperimentų modifikavimas mažiausiomis sąnaudomis, pigesni prietaisai bei jų eksploatavimas, nėra apribojamas studentų skaičius.

Mokymo sistemoje „Nova 5000“ taip pat yra įdiegta virtuali laboratorija, kurioje pateikti fizikos, chemijos, biologijos bandymai. Galima stebėti, kaip vyksta bandymas su virtualiomis priemonėmis, matyti gaunamus rezultatus: rodmenis, braižomus grafikus ir pan. Yra galimybė keisti tam tikrus parametrus ir bandymą kartoti kiek norima kartų. „Nova 5000“ prijungus prie kompiuterinio projektoriaus, fizikos mokytojas kartu su mokiniais gali stebėti virtualų bandymą. Mokymo sistemoje pateikti 3 biologijos bandymai, 2 chemijos ir 15 fizikos bandymų.

Fizikos mokytojai, sistemoje „Nova 5000“ ras 6 virtualius mechanikos laboratorinius darbus: tolygiai kintamo judėjimo, laisvojo kūnų kritimo, kampu į horizontą mestų kūnų judėjimo, antrojo Niutono dėsnio, tvermės dėsnų, harmoninių svyravimų tyrimas; 1 elektros darbą – kondensatoriaus įkrova ir iškrova; 3 termodinamikos darbus: savitosios šilumos nustatymas, Boilio – Marioto, Gei – Liusako dėsnų tyrimas; 5 optikos darbus: šviesos intensyvumo, šviesos lūžio dėsnio, lęšiais gaunamų atvaizdų, tiesiojo ir sferinio veidrodžių tyrimas [5].

3. 4. 1. Virtualus eksperimentas *Laisvasis kūnų kritimas*

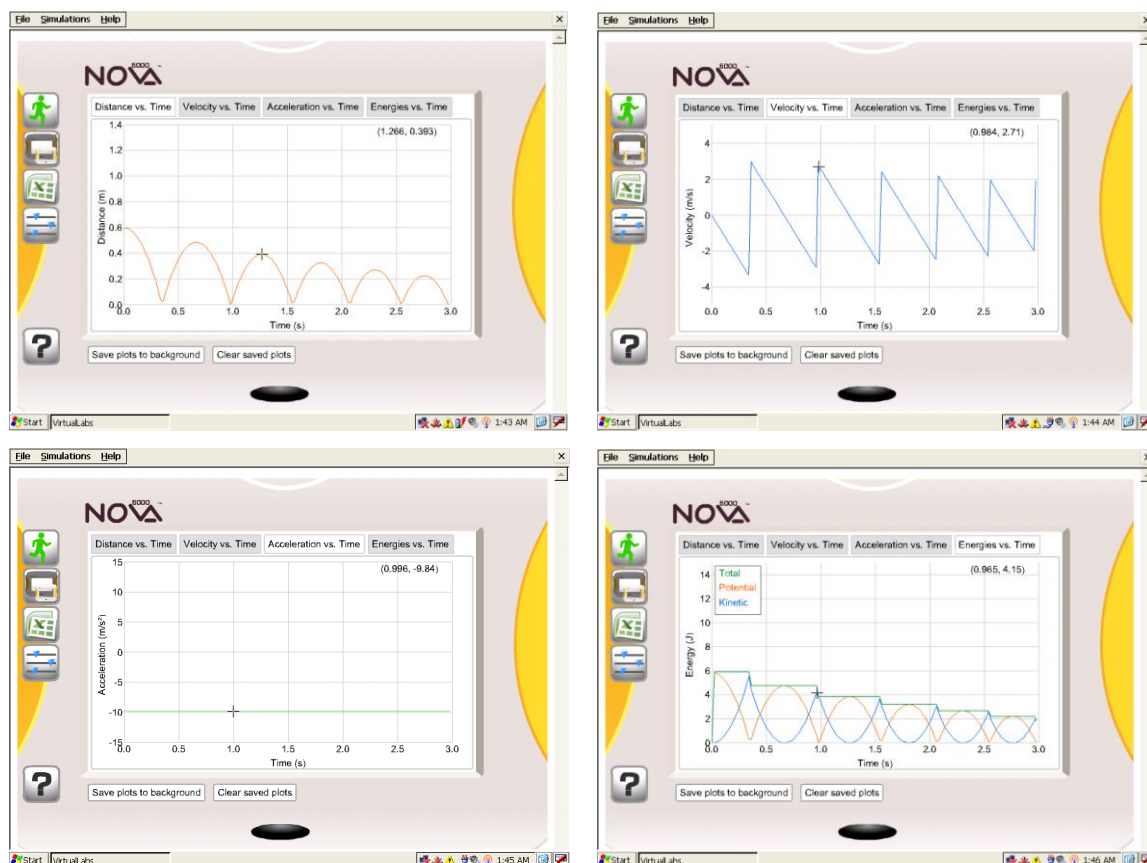
Pasirinkus fizikos virtualų eksperimentą *Laisvasis kūnų kritimas* ir paspaudus  mygtuką, stebima, kaip iš aukščio H laisvai (be pradinio greičio) krinta kamuoliukas (9 pav.)



9 pav. Virtualus bandymas *Laisvasis kūnų kritimas*.

Virtualus nuotolio jutiklis fiksuoja aukščio kitimą ir „Nova 5000“ ekrane braižomas grafikas. Šį vyksmą galima stebėti ir norint bet kuriuo metu sustabdyti tiek bandymą, tiek grafiko braižymą. Galima gauti aukščio priklausomybės nuo laiko $H = f(t)$ grafiką, greičio

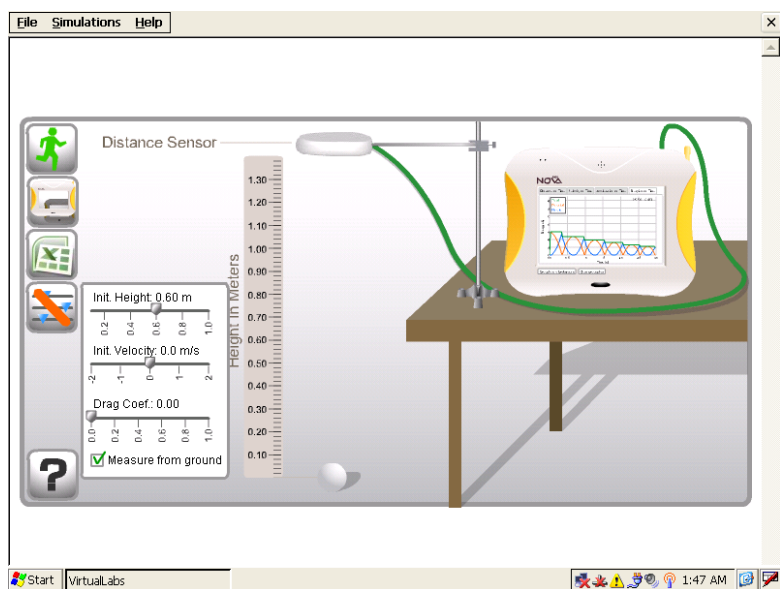
priklausomybės nuo laiko $v = f(t)$ grafiką (10 pav.), pagreičio priklausomybės nuo laiko $a = f(t)$ grafiką ir energijų kitimo grafikus $E = f(t)$.



10 pav. Rutuliuko judėjimo grafikai

„Nova 5000“ virtualioje laboratorijoje taip pat galima keisti bandymo parametrus (11 pav.):

- pradinį aukštį H ,
- įvedus pradinio greičio vertę v_0 , galima stebėti kūno su pradiniu greičiu metimą žemyn,
- įvedus pasipriešinimo koeficiento μ vertę – stebėti, kaip kamuoliukas krinta veikiant pasipriešinimo jėgai.



11 pav. Bandymo *Laisvasis kūnų kritimas* parametų keitimas.

Parametų keitimas leidžia mokytojui analizuoti įvairius kūno kritimo žemyn atvejus. Galima bandymo duomenis pateikti lentelėje (12 pav.), tuomet mokiniai iš duomenų patys galės braižyti įvairius funkcinių priklausomybių grafikus.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Time (s)	Distance (m)								
2	0.02	0.59804								
3	0.04	0.59215								
4	0.06	0.58234								
5	0.08	0.56861								
6	0.1	0.55095								
7	0.12	0.52937								
8	0.14	0.50386								
9	0.16	0.47443								
10	0.18	0.44108								
11	0.2	0.4038								
12	0.22	0.3626								
13	0.24	0.31747								
14	0.26	0.26842								
15	0.28	0.21545								
16	0.3	0.15855								
17	0.32	0.09773								
18	0.34	0.03298								
19	0.36	0.03041								
20	0.38	0.08829								
21	0.4	0.14225								
22	0.42	0.19228								
23	0.44	0.23838								
24	0.46	0.28057								

12 pav. Bandymo duomenys pateikti lentelėje.

Mokytojai kartu su savo mokiniais, naudodami kompiuterinę mokymo(si) sistemą „Nova 5000“, gali kūrybingai pritaikyti jos savybes savo reikmėms: vienus prietaisus pakeisti kitais, eksperimentą atlikti dalimis, sugalvoti savo užduotis ir t. t. Eksperimentus gali atlikti visi klasės

mokiniai arba nedidelėmis grupėmis, kiti skirti darbui pamokose diferencijuoti ir individualizuoti – ypač gabiems mokiniams. Kai kurie darbai tinka papildomam ugdymui, galima suformuluoti užduotį individualiam tiriamajam darbui [5].

3. 4. 2. Virtualus eksperimentas *Harmoninių svyravimų tyrimas*

Šiame darbo skyriuje pabandydysime aptarti, kaip galėtų būti dėstoma pamoka, kai į mokymą yra įtraukiama virtuali laboratorija.

Pasirinkus virtualų eksperimentą *Harmoninių svyravimų tyrimas*, galima stebėti bandymus su spyruokle ir svareliais. Norint demonstruoti šį bandymą, mokinius reikia supažindinti su teorija reikalinga šiam laboratoriniam darbui atlikti, o vėliau įrodyti tai eksperimentiškai.

Pateikiami teorijos pagrindai:

Svyravimu vadinamas pasikartojantis kūno judėjimas pusiausvyros atžvilgiu.

Vieno svyravimo trukmė vadinama svyravimo periodu (T). Jis lygus laiko intervalui, per kurį kūnas pakartotinai pereina pusiausvyros padėtį ta pačia kryptimi.

Svyravimų skaičius, tenkantis vienetiniam laiko intervalui, vadinamas svyravimo dažniu:

- Svyravimų dažnio SI vienetas hercas (Hz) atitinka vieną svyravimą per sekundę.

Maksimalus nuokrypis nuo pusiausvyros padėties vadinamas svyravimo amplitude.

Matematinė spyruoklė – matematinis modelis, kuris tinka jei svyravimų kampas θ nedidelis ir dauguma jos masės sukonzentruota apatiniame švytuoklės gale, siūlas netamprus, oro pasipriešinimo nėra. Spyruoklės periodas apskaičiuojamas formule: $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$, l – siūlo ilgis, g –

laisvojo kritimo pagreitis.


Spyruoklinę spyruoklę sudaro k standumo spyruoklė, kuri laiko m masės kūną. Patraukus nuo pusiausvyros padėties jis harmoningai svyruos. Spyruoklę veikianti tamprumo jėga F lygi

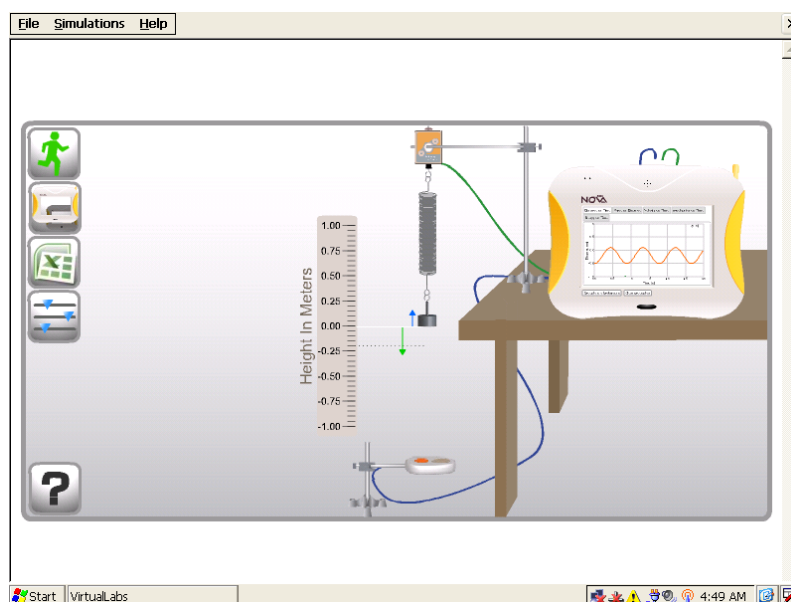
(Huko dėsnis), F – panaudota jėga, k – spyruoklės standumas, x – spyruoklės pailgėjimas. Kai spyruoklei panaudojama jėga, spyruoklė pailgėja. Spyruoklės pailgėjimas yra tiesiogiai proporcingas panaudotai jėgai. Svyravimų ciklinis dažnis: $\nu = \frac{1}{T}$, m – pakabinto

kūno masė. Spyruoklės periodo formulė: $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$. Spyruoklinės svyravimų periodas T

priklauso nuo masės, didėjant masei didėja ir periodas, periodas yra tiesiogiai proporcingas pakabinto kūno masei. Spyruoklinės svyruoklės periodas T priklauso ir nuo spyruoklės standumo, kuo spyruoklės standumo koeficientas k didesnis, tuo periodas bus mažesnis, periodas yra atvirkščiai proporcingas spyruoklės standumo koeficientui [20].

Naudodamiesi virtualia laboratorija „Nova 5000“ nesunkiai galime atlikti demonstracinį eksperimentą atitinkantį mūsų nagrinėjamą temą.

Paspaudus mygtuką  galime stebėti, kaip svyruoklė svyruoja ir kaip ekrane yra braižomi grafikai. Yra nurodyta pusiausvyros padėtis bei veikiančios jėgos. (13 pav.).



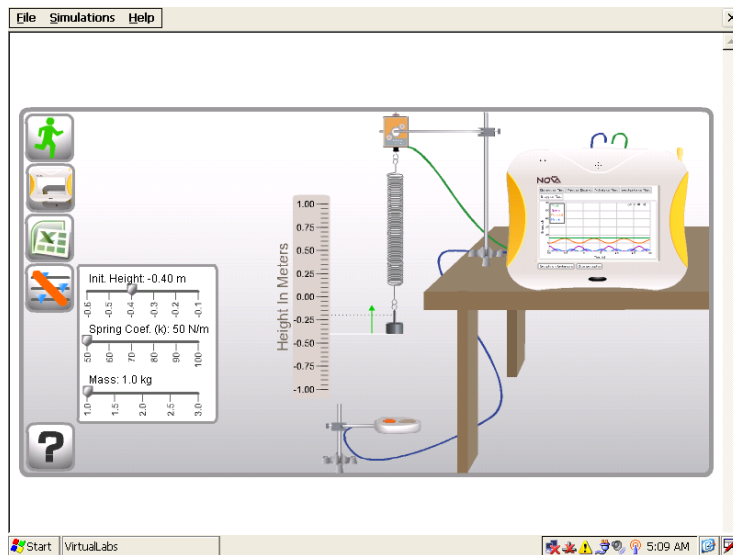
13 pav. Virtualus bandymas *Harmoniai svyravimai*

Virtualūs aukščio bei jėgos jutikliai fiksuoja duomenis, bei ekrane braižo grafikus. Norint, galima bet kuriuo laiko momentu sustabdyti eksperimentą arba jį pradėti iš naujo. Programa iš karto nubrėžia penkis skirtingus grafikus, kuriuos vėliau galima analizuoti. Šiuo atveju virtuali laboratorija labai padeda vaizdžiai pateikti grafikus sutaupant laiko, vos kelių mygtukų paspaudimu mes matome gautus rezultatus, nereikia braižyti lentoje.



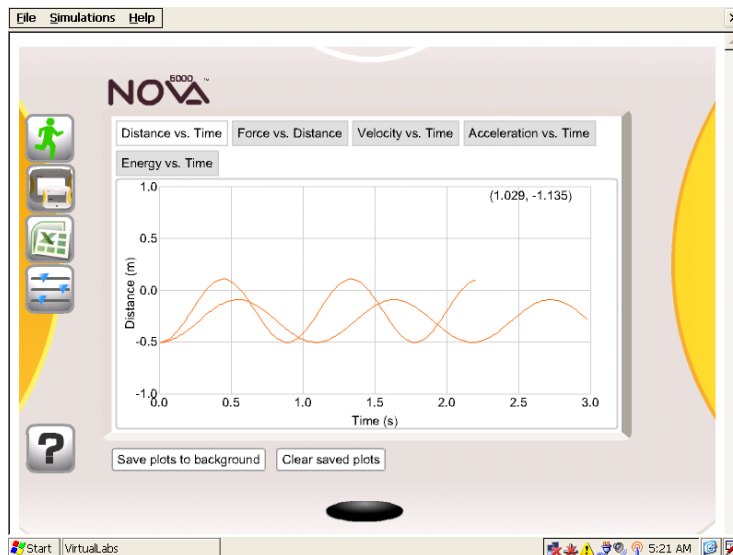
14 pav. Harmoninių svyravimų grafikai.

Labai naudinga virtualios laboratorijos funkcija yra ta, kad galima nesunkiai pakeisti bandymo parametrus ir vos per kelias minutes atlikti naują bandymą ir gauti naujus rezultatus. Mūsų aptariamam eksperimentui galima keisti tokius parametrus: spyruoklės pailgėjimą, spyruoklės standumo koeficientą k , bei pakabinto kūno masę.



15 pav. Eksperimento parametrų keitimas.

Dar viena svarbi virtualios laboratorijos savybė yra ta, kad galima išsaugoti keletą bandymų ant vieno grafiko. Tai padeda analizuoti gautus duomenis bei lyginti rezultatus. Šios funkcijos pagalba, keičiant parametrus, nesunkiai galima įrodyti priklausomybes.



16 pav. Dviejų bandymų, su skirtingais parametrais, grafikai.

Atlikus eksperimentą galima užduoti klausimus ar sugalvoti papildomų užduočių. Kaip pavyzdį pateiksime kelis klausimus, susijusius su mūsų nagrinėjamu eksperimentu:

- Kokia formule aprašomas standžiosios spyruoklės periodas?
- Ar keisis standžiosios spyruoklės periodas, jei pakeisime krovinio masę?
- Kaip keisis standžiosios spyruoklės periodas, keičiant standumo koeficientą k ?

Į šiuos klausimus padės atsakyti atliktas eksperimentas, nes šiuos parametrus galima keisti ir stebėti kaip kinta spyruoklės periodas, pasirenkant skirtingus nurodytus parametrus.

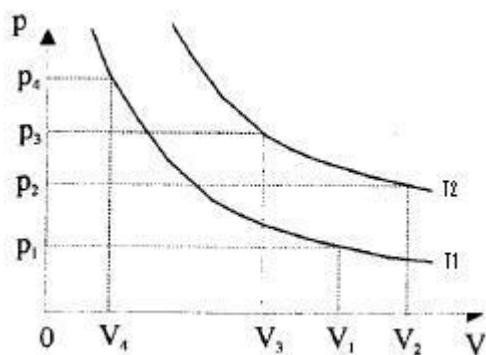
Galima paskirstyti mokinius grupelėmis ir paprašyti, kad jie išnagrinėtų atskirus atvejus, o paskui juos palyginti. Tai skatina mokinių susidomėjimą, kūrybiškumą, bei darbą grupėje.

3. 4. 3. Virtualus eksperimentas *Boilio ir Marioto dėsnis*

Šiame skyriuje aptarsime dar vieną virtualioje laboratorijoje atliekamą eksperimentą *Boilio ir Marioto dėsnį*.

Teorinis įvadas.

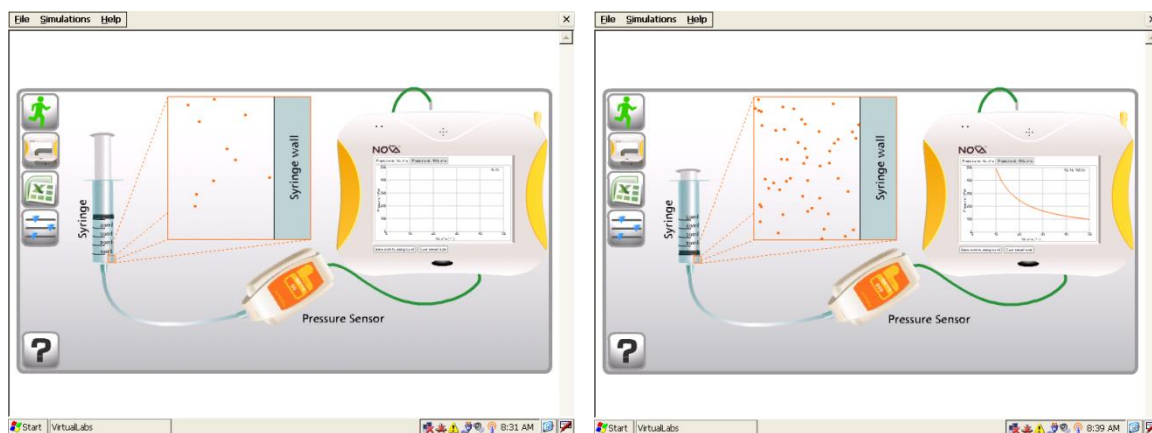
Dujų slėgio priklausomybę nuo jų užimamo tūrio, kai temperatūra pastovi, apibūdina Boilio ir Marioto dėsnis: kai temperatūra nekinta, dujų slėgio ir tūrio sandauga yra pastovus dydis. Kiek kartų sumažėja tūris, tiek pat kartų padidėja slėgis. Jeigu dujų, užimančių tūrį V_0 , slėgis lygus P_0 , tai sumažinus tūrį iki V slėgis padidės iki P – Taigi galime užrašyti $P \cdot V = \text{const}$. Dujų slėgio ir tūrio kitimas, kai temperatūra pastovi, vadinamas izoterminiu vyksmu (procesu). Jį vaizduojanti funkcija vadinama – izoterme. Izotermės, atitinkančios skirtingas temperatūras $T_2 > T_1$ pavaizduotos 17 pav. [20].



17 pav. Izoterminis procesas.

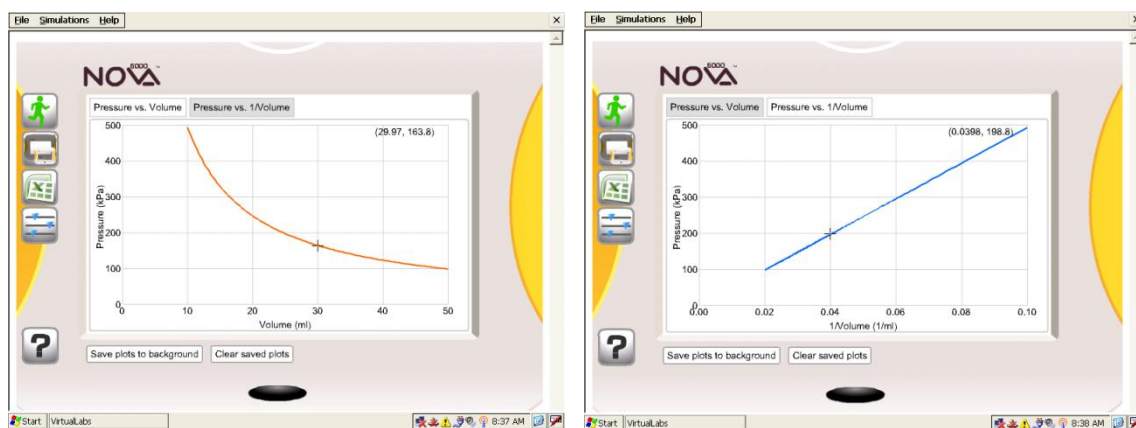
Labai vaizdingai pademonstruoti šį bandymą mums padeda virtuali laboratorija „Nova 5000“.

Šio virtualaus eksperimento metu galime stebėti kaip keičiasi tūris inde ir kaip juda molekulės.



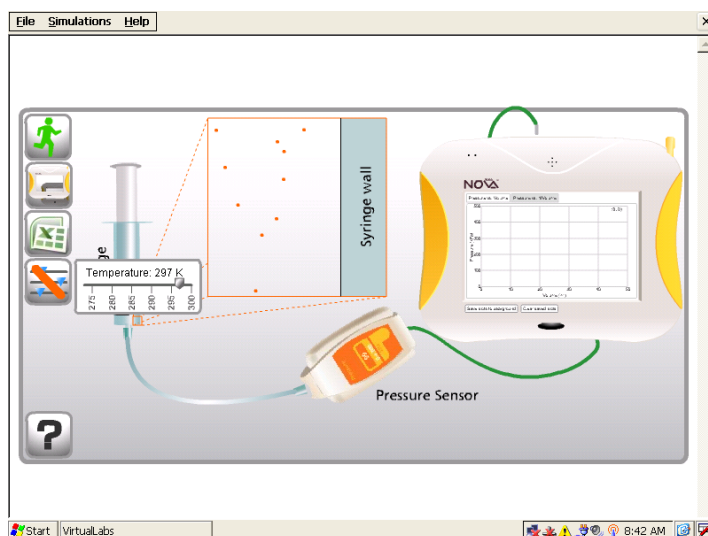
18 pav. Virtualus bandymas *Boilio ir Marioto dėsnis*.

Virtualus slėgio jutiklis fiksuoja parametrų pasikeitimus ir brėžia grafiką. Bet kuriuo metu galima sustabdyti procesą ir pradėti jį iš naujo. Šio bandymo metu yra brėžiami du grafikai (19 pav.).



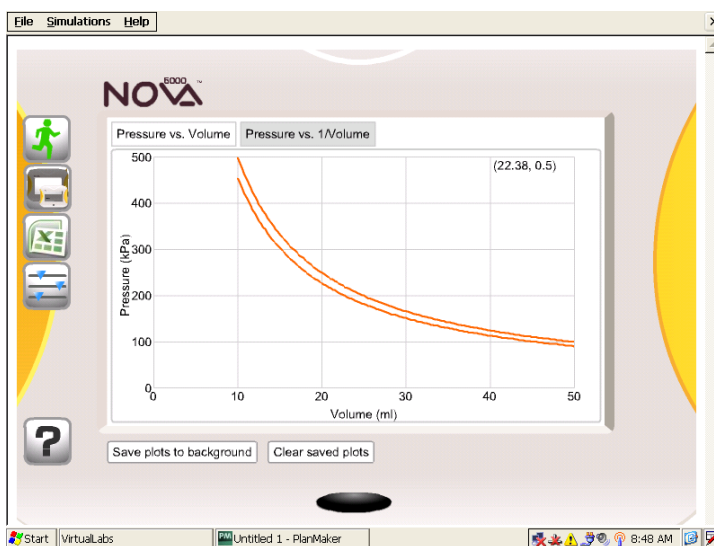
19 pav. Eksperimento brėžiniai.

Kaip ir prieš tai aptartuose, taip ir šitos demonstracijos metu galima keisti parametrus ir atlikti bandymą kitokiomis sąlygomis. Šiame eksperimente virtuali laboratorija „Nova 5000“ suteikia galimybę keisti temperatūrą T (20 pav.).



20 pav. Bandymo parametrų keitimas.

Pakeitus parametrus yra galimybė palyginti du bandymus. Virtuali laboratorija leidžia brėžti du grafikus iš kart, kad būtų lengviau atlikti analizę. Nagrinėjamu atveju pakeitus temperatūrą ir nubrėžus grafiką, gauname dvi izotermes, kur $T_2 > T_1$ (21 pav.).



21 pav. Izotermės.

Taip pat galima gauti lentelę su duomenimis, kurios pagalba nesunkiai mokiniai patys galėtų nubrėžti brėžinius (22 pav.).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Volume (L)	Pressure (kPa)								
2	0.04975	98.60379								
3	0.0495	99.10179								
4	0.04925	99.60484								
5	0.049	100.11303								
6	0.04875	100.62643								
7	0.0485	101.14512								
8	0.04825	101.66919								
9	0.048	102.19872								
10	0.04775	102.73379								
11	0.0475	103.27449								
12	0.04725	103.82092								
13	0.047	104.37316								
14	0.04675	104.9313								
15	0.0465	105.49545								
16	0.04625	106.0657								
17	0.046	106.64214								
18	0.04575	107.22488								
19	0.0455	107.81403								
20	0.04525	108.40969								
21	0.045	109.01197								
22	0.04475	109.62097								
23	0.0445	110.23682								
24	0.04425	110.85963								

22 pav. Duomenų lentelė.

Analizuojant šios demonstracijos rezultatus mokiniai suvoks, kad esant pastoviai temperatūrai, didėjant tūriui dujų molekulių slėgis į indo sienelės mažėja ir atvirkščiai. Kiek kartų padidinamas tūris, tiek kartų sumažėja slėgis. Užrašoma matematinė dėsnio išraiška: $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$.

Apibendrinimai ir išvados

- Atlikus literatūros analizę pastebėta, kad problemų sprendimo ir projektų rengimo metodai priklauso nuo konkretaus vaiko saviraiškos plėtotės ir nuo dalyko dėstymo. Abu jie numato aktyvią mokinio veiklą. Šiuo metu labai sparčiai tobulėjančios informacinės komunikacinės technologijos taip pat yra pasitelkiamos ir mokymo procese, kurių pagalba mokymas tampa modernus, bet mokymo pagrindas – metodų esmė – lieka ta pati.

- Mokymo metodai svarbi visų ugdymo teorijų dalis, kuri pasižymi klasifikacijos įvairove. Galima išskirti esminius jų klasifikavimo kriterijus: pagal mokymo informacijos šaltinių pobūdį, pagal mokymo žinių šaltinį, pagal mokinio veiklos pobūdį, pagal bendrą interaktyvią pedagogo ir ugdytinio veiklą.

- Mokomųjų kompiuterinių programų naudojimas keičia ugdymo procesą, daro jį efektyvesnį, tobulesnį. Tačiau, jų naudojimas mokymo procese turi ir teigiamų ir neigiamų aspektų. Mokymui skirtų programų pranašumai: galimybė pateikti teorinę medžiagą vaizdingai, derinant tekstą, vaizdą bei garsą; suteikia mokiniui laisvę renkantis įvairias atšakas savarankiškam darbui; yra galimybė mokymosi eigą derinti individualiai, pagal kiekvieno mokinio tempą bei gebėjimus; nelieka mokinių konkurencijos; vis labiau plečiantis technologijoms yra galimybė mokytis namuose. Tačiau šios programos turi ir trūkumų: neturi galimybės tinkamai reaguoti į ilgesnius mokinio sakinės kalbos elementus; labiau atitinka programos kūrėjo mokymo idėjas; programos labiau pabrėžia patį rezultatą, o ne mokymosi procesą; mokinio dėmesys nukreipiamas į faktinę informaciją, neskatinamas aukštesnio lygio mąstymas.

- 2012 metų vidurinio lavinimo programose yra akcentuojamas mokymas, kuris paremtas mokinių atliekamais tyrimais, stebėjimais, eksperimentų rezultatų registravimu bei jų analize. Mokiniai bendraudami su mokytojais bei klasės draugais turi išsiugdyti įgūdžius, kurie padėtų apdoroti stebėjimų rezultatus, informatyviai pateikti šiuos duomenis. Informacinės technologijos čia atveria daugiau galimybių: galima atlikti daug kompiuterinių eksperimentų, kurti modelius, kompiuterių programomis galima tirti reiškinius, kurių realiai tyrinėti mokiniai neturi galimybių.

- Gilesniam gamtamokslinių žinių įsisavinimui labai naudingi yra eksperimentai, reiškinių tyrinėjimai, įvairios demonstracijos, duomenų rinkimas bei jų analizė. Viena iš šiam tikslui skirtų priemonių – kompiuterinė mokymo(si) sistema „Nova 5000“. Skaitmeninė

kompiuterinė laboratorija skirta fizikos, chemijos, biologijos laboratoriniams darbams mokykloje atlikti. Ši kompiuterinė mokymo(si) sistema suteikia galimybę tiksliai ir nesunkiai atlikti įvairius matavimus. Eksperimento metu jutiklių pagalba duomenys yra registruojami minikompiuteryje ir tuo pat metu brėžiami priklausomybių grafikai, nesudėtingai galima lyginti bei analizuoti gautus rezultatus. Tai palengvina ir pagreitina mokytojo darbą, mokiniams vaizdingiau pateikiami eksperimento rezultatai.

- Mokymo(si) sistemoje „Nova 5000“ taip pat yra įdiegta virtuali laboratorija, kurioje pateikti 15 fizikos, 2 chemijos ir 3 biologijos virtualūs eksperimentai. Galima stebėti, kaip vyksta bandymas su virtualiomis priemonėmis, matyti gaunamus rezultatus: rodmenis, braižomus grafikus ir pan. Yra galimybė keisti tam tikrus parametrus ir bandymą kartoti kiek norima kartų. „Nova 5000“ prijungus prie kompiuterinio projektoriaus, fizikos mokytojas kartu su mokiniais gali stebėti virtualų bandymą.

- Virtualios laboratorijos naudojimas sprendžia tradicinėse laboratorijose esamų prietaisų susidėvėjimo, darbo su įrengimais saugumo, laiko ir vietos apribojimo, programinės įrangos licencijų ribotumo problematiką. Galimas lankstus ir greitas eksperimentų modifikavimas mažiausiomis sąnaudomis, nėra apribojamas stebinčių mokinių skaičius.

- Fizikos mokytojai, sistemoje „Nova 5000“ ras 6 virtualius mechanikos laboratorinius darbus, 1 elektros darbą, 3 termodinamikos darbus ir 5 optikos laboratorinius darbus. Atlikus ir išanalizavus keletą virtualių laboratorinių darbų galima daryti išvadas, kad demonstracijų pagalba, mokomoji medžiaga yra pateikiama vaizdingai (derinant tekstą bei vaizdą), galima kurti modelius ir tirti įvairius reiškinius. Atliekant virtualius laboratorinius darbus yra galimybė bet kuriuo laiko momentu sustabdyti bandymą ir pradėti jį iš naujo, kas suteikia galimybę mokomąją medžiagą pakartoti keletą kartų, kad mokiniai galėtų įsigilinti ir lengviau ją įsisavinti. Labai naudinga funkcija yra ta, kad galima nesunkiai pakeisti bandymo parametrus ir vos per kelias minutes atlikti naują bandymą, bei gauti naujus rezultatus. Tai suteikia galimybę vaizdžiai palyginti skirtingus duomenis bei atvejus. Atliekant virtualius laboratorinius darbus mokinius galima paskirstyti grupelėmis ir paprašyti, kad jie išnagrinėtų atskirus atvejus, o paskui juos palyginti. Tai skatina mokinių susidomėjimą, kūrybiškumą, bei darbą grupėje.

Literatūros sąrašas

1. Потапова М. В., Шахматова В. В. Факторы, влияющие на качество знаний и умений выпускников. Физика в школе, Но 8, 2008 м.
2. Jovaiša L. Edukologijos pradmenys. Šiauliai, 2001 m.
3. Šulčius A. Mokomės mokyti. Kaunas, 2004 m.
4. Šlekienė V., Ragulienė L., Vaizdumo principo realizavimas fizikos demonstraciniais bandymais // Gamtamokslinis ugdymas 2009, Nr. 2(25).
5. Šlekienė V., Ragulienė L., Naujosios technologijos gamtamoksliniame ugdyme: kompiuterinės mokymo sistemos „Nova 5000“ mokymo(si) aplinka // Gamtamokslinis ugdymas 2012, Nr. 3(35).
6. Kaklauskienė D. Projektų metodas kaip vienas iš mokymo metodų. // Projektų metodas ugdymo procese: mokslinės praktinės konferencijos medžiaga. [Šiauliai, 2002 m. gruodžio 13 – 14 d.].
7. Čepulkauskas A., Karkauskaitė L. Šiuolaikinių švietimo ir informacijos technologijų taikymas techninėms disciplinoms studijuoti. // Švietimo reforma ir mokytojų rengimas: VI tarptutinė mokslinė konferencija [Vilnius, 1999, rugs. 23 – 25].
8. Ališauskas R. Kompiuterinių technologijų ir švietimo reformos sąveika. Vilnius, 2001 m.
9. Brazdeikis V., Balvočienė T. ir kiti. Mokykla ir kompiuteris. Vilnius, 1996 m.
10. Jucevičienė P. Ugdymo mokslo raida: nuo pedagogikos iki edukologijos. Kaunas, 1997 m.
11. Jovaiša L. Edukologijos pradmenys. Kaunas, 1997 m.
12. Burneikaitė N., Jarienė R., Jašinauskas L. ir kiti. Informacinių komunikacinių technologijų taikymo ugdymo procese galimybės. Vilnius, 2005.
13. Informacinių komunikacinių technologijų taikymo ugdymo procese galimybės. Prieiga per internetą:
<http://www.upc.smm.lt/ekspertavimas/biblioteka/failai/knyga.pdf> [žiūrėta: 2013-0-21].
14. Markauskaitė L. Kompiuterizuotas mokymas Lietuvoje: konferencijos darbai. [Vilnius, 1996 spalio 25 – 26 d.].

15. Markauskaitė L. Kompiuterinių mokymo formų bendrojo lavinimo mokyklose analizė: daktaro disertacijos santrauka. Vilnius, 2000 m.
16. Gage N. L., Berliner D. C. Pedagoginė psichologija. Vilnius, 1994 m.
17. Balčytienė A. Būdas mokytis kitaip: hipertekstinė mokymo aplinka. Vilnius, 1998 m.
18. Introduction to the „Nova 5000“ Learning Environment, 2009 m.
19. Experiments in Physics for the „Nova 5000“, 2008 m.
20. Medeišis A. Klasikinės fizikos įvadas. Vilnius, 2003 m.