

Г.Д. Кошанова^{1*} , М.Д. Кошанова¹ , Д.Р. Талипов¹ 

¹Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті,
Түркістан қ., Қазақстан

*e-mail: gulnazira.koshanova@ayu.edu.kz

ВИРТУАЛДЫ МАШИНАЛАР НЕГІЗІНДЕ БОЛАШАҚ ИНФОРМАТИКА МҰҒАЛІМДЕРІН ОПЕРАЦИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРГЕ ОҚЫТУДЫҢ ӘДІСТЕМЕСІ

Аңдатпа

Бүгінгі таңда жоғары білім беру жүйесінде бәсекеге қабілетті, кәсіби тұрғыда дайындалған информатика пәні мұғалімдерін даярлау өзекті мәселелердің бірі болып отыр. Бұл мақалада болашақ информатик педагогтарға операциялық жүйелерді үйретуде виртуалды машиналарды қолданудың маңыздылығы теориялық және тәжірибелік тұрғыдан негізделеді. Зерттеудің мақсаты – виртуалды машиналарды пайдалана отырып, операциялық жүйелерді оқытудың тиімді әдістемесін ұсыну. Мақалада Windows Virtual PC, VMware Workstation 7.1, Oracle VM VirtualBox 4.1 виртуализация құралдарының мүмкіндіктері қарастырылып, оларды оқу процесінде тиімді қолдану жолдары сипатталады. Виртуалды ортада жүргізілетін тәжірибелік тапсырмалар студенттердің операциялық жүйелерді басқару дағдыларын қауіпсіз және икемді түрде қалыптастыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, ұсынылған әдістеме аппараттық ресурстарды оңтайлы пайдалануға және күрделі бағдарламалармен жұмыс істеу тиімділігін арттыруға ықпал етеді. Зерттеу нәтижесінде болашақ информатик педагогтарға арналған тәжірибелік тапсырмалар құрылып, оқыту процесіне енгізілді. Қорытындыда виртуализация технологияларын қолдану білім алушылардың практикалық құзыреттерін қалыптастыруда тиімді құрал ретінде ұсынылады.

Түйін сөздер: операциялық жүйелер, виртуалды машина, оқыту әдістемесі, виртуализация, практикалық дағдылар.

Г.Д. Кошанова¹, М.Д. Кошанова¹, Д.Р. Талипов¹

¹Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави,
г.Туркестан, Казахстан

МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ ОПЕРАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ НА ОСНОВЕ ВИРТУАЛЬНЫХ МАШИН

Аннотация

В условиях современного высшего образования подготовка конкурентоспособных и профессионально ориентированных педагогов-информатиков приобретает особую значимость. В статье обосновывается необходимость использования виртуальных машин при обучении операционным системам будущих педагогов-информатиков и предлагается соответствующая методика. Цель исследования – разработать эффективную методику обучения операционным системам с применением виртуальных машин. В статье рассматриваются возможности инструментов виртуализации, таких как Windows Virtual PC, VMware Workstation 7.1, Oracle VM VirtualBox 4.1, и описываются пути их интеграции в учебный процесс. Практические задания, проводимые в виртуальной среде, способствуют формированию устойчивых навыков управления операционными системами без риска для физического оборудования. Также подчеркивается эффективность использования ресурсов и повышение качества подготовки студентов. Результаты исследования включают разработку практических заданий и успешное внедрение их в образовательный процесс. В заключении подчеркивается, что использование виртуализации представляет собой действенный способ формирования профессиональных компетенций у будущих педагогов.

Ключевые слова: операционные системы, виртуальная машина, методика обучения, виртуализация, практические навыки.

G.D. Koshanova¹, M.D. Koshanova¹, D.R. Talipov¹

¹International Kazakh-Turkish University named after Khoja Ahmed Yasawi, Turkestan, Kazakhstan

METHODOLOGY FOR TEACHING FUTURE COMPUTER TEACHERS OPERATING SYSTEMS USING A VIRTUAL ENVIRONMENT

Abstract

In the context of modern higher education, the training of competitive and professionally competent computer science teachers is of critical importance. This article substantiates the use of virtual machines in teaching operating systems to future educators and presents an effective methodology for their implementation. The purpose of the study is to develop a methodology for teaching operating systems using virtual machines as a safe and resource-efficient learning environment. The paper analyzes the functionality of virtualization tools such as Windows Virtual PC, VMware Workstation 7.1, Oracle VM VirtualBox 4.1 and outlines how they can be integrated into the teaching process. The use of virtual environments enables students to acquire hands-on experience in managing operating systems without risking physical hardware. Furthermore, the approach supports efficient resource utilization and improves the quality of practical training. As a result of the study, a set of practical exercises was developed and successfully introduced into the curriculum. The conclusion emphasizes that virtualization technologies are an effective means of enhancing professional skills in computer science education.

Keywords: operating systems, virtual machine, teaching methodology, virtualization, practical skills.

Кіріспе

Болашақ информатик педагогтар операциялық жүйелердің (ОЖ) мүмкіндіктерін үйренудегі практикалық дағдыларды бекіту үшін арнайы зертхана қажет, оны ұйымдастыру өте қиын, өйткені мұндай эксперименттер компьютердің бағдарламалық өнімдерінің өнімділігіне зиян келтіруі мүмкін. ОЖ-нің функционалдық ерекшеліктерін үйренумен байланысты пәндерге: «Операциялық жүйелер», «Операциялық жүйелердің архитектурасы» жатады. Осындай пәндерді оқу нәтижесіндегі білім мен дағдылар болашақ информатика мұғалімдерінің қазіргі еңбек нарығындағы талаптарды қанағаттандыруда маңызды. Операциялық жүйелерді виртуализациялау – бір физикалық серверде бірнеше виртуалды немесе керісінше, бірнеше физикалық серверлерден бір виртуалды сервер құру үшін қажет. Сонымен қатар, виртуализация қымбат есептеу қуатын ұтымды пайдалануға мүмкіндік береді.

Қазіргі жаһандық цифрлық трансформация жағдайында виртуализация технологиялары экономиканың, қоғамның және әсіресе білім беру жүйесінің дамуына ықпал ететін стратегиялық факторға айналып отыр. Мемлекет басшысы Қасым-Жомарт Тоқаев «Жасанды интеллект дәуіріндегі Қазақстан: өзекті мәселелер және оны түбегейлі цифрлық өзгерістер арқылы шешу» атты Жолдауында ЖИ-ды ұлттық даму стратегиясының басты бағыты ретінде атап, білім беруді жаңа технологиялық ортаға бейімдеу қажеттігін ерекше көрсетті [1]. Осыған байланысты виртуалды зертхана технологияларын меңгеру, оларды оқу-тәрбие үдерісіне тиімді енгізу, педагогтардың цифрлық құзыреттілігін арттыру барынша жүзеге асырылуда.

Білім беру жүйесінің тиімді дамуы білікті және кәсіби құзыретті педагог кадрларды даярлаумен тікелей байланысты [2]. Осы тұрғыдан алғанда, педагогикалық жоғары оқу орындарына болашақ мамандардың кәсіби шеберлігін жетілдіру, нақты жағдайда жұмыс істей алатын қабілеттерін дамыту міндеті жүктеледі. Болашақ информатика пәні мұғалімдерінің кәсіби міндеттерді түрлі жағдайда шеше білуі, ақпараттық жүйелермен және бағдарламалық құралдармен еркін жұмыс істей алуы – олардың кәсіби дайындығының маңызды көрсеткіші болып табылады. Орта мектеп мұғалімі оқытушылық қызметінде оқу ақпаратын тарататындығы, өз бетімен оқуды үйретеді. Оқытушының қызметінде орындалатын тапсырмалар білім алушыға бағытталғандығының нәтижесі жоғары болады [3].

Алайда, бүгінгі таңда білім алушылардың операциялық жүйелермен жұмыс істеу қабілеті көбіне теориямен шектеліп, практикалық дағдылары төмен деңгейде қалып отыр. Мұндай жағдайлар оқу үдерісінде заманауи зертханалық базаның жеткіліксіздігімен, сондай-ақ қауіпсіз тәжірибе алаңының болмауымен байланысты. Сонымен қатар, жұмыс берушілер

қазіргі түлектердің кәсіби практикалық дағдыларын жеткіліксіз деп бағалайды, бұл олардың еңбек нарығындағы бәсекеге қабілеттілігіне тікелей әсер етеді.

Осы мәселені шешудің тиімді жолдарының бірі – оқу үдерісінде виртуалды машиналарды пайдалану арқылы операциялық жүйелерді оқыту әдістемесін енгізу. Виртуализация технологиясы студенттерге түрлі операциялық жүйелердің құрылымы мен жұмыс істеу қағидаларын нақты практикалық түрде меңгеруге мүмкіндік береді. Бұл тәсіл аппараттық құралдарға зиян келтірмей тәжірибе жасауға жағдай туғызып, білім алушылардың қызығушылығы мен белсенділігін арттырады. Демек, болашақ информатика мұғалімдерін заманауи ақпараттық ортада тиімді жұмыс істеуге бейімдеу үшін операциялық жүйелерді оқытуда виртуалды машиналарды қолдану – өзекті ғылыми-әдістемелік міндет болып табылады. Бұл әдістеме студенттердің кәсіби құзыреттерін дамытуға, білім сапасын арттыруға және оқу үрдісін тиімді ұйымдастыруға септігін тигізеді.

Еліміздегі жоғары білім берудің көп деңгейлі құрылымы және жоғары мектептің халықаралық білім беру жүйесіне сай жоспарлы интеграциялануы қазіргі заманның талаптарына сай жаңаша тәсілдерді талап етеді. Жоғары оқу орындарында болашақ мамандардың шығармашылық мүмкіндіктерінің дамуына, оқу үдерісін ұйымдастыруда сапалы өзгерістердің қажеттілігін көрсетеді. Солардың бірі операциялық жүйелердің мүмкіндіктерін виртуалдандыру арқылы игерту.

Зерттеу әдіснамасы

Зерттеу базасы ретінде алынған Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетінде Информатика білім беру бағдарламасының оқу жоспарында білім алушылардың операциялық жүйелермен жұмыс істеу құзыреттілігін қалыптастыруға бағытталған пәндер қарастырылған. Атап айтқанда: «Ақпараттық-коммуникациялық технологиялар», «Операциялық жүйелер», «Білім берудегі офистік бағдарламалар», «Білім беру мекемелеріндегі желілік технологиялар», «Операциялық жүйені администрациялау», «Білім берудегі қолданбалы бағдарламалар» пәндері студенттерге теориялық білім мен практикалық машықтарды үйлестіре отырып, кәсіби міндеттерді тиімді орындауға жағдай жасайды.

Зерттеудің мақсаты – операциялық жүйелерді болашақ информатик педагогтарға үйретуде виртуалды машиналарды қолданудың қажеттілігін негіздеп, ғылыми-әдістемелік жолдарын ұсыну. Осы мақсатқа жету үшін зерттеу барысында бірнеше міндеттер алға қойылды:

- операциялық жүйелерді басқаруда практикалық дағдыларды жетілдіру мақсатында әртүрлі виртуалды машиналар арасынан оқытуға тиімділерін таңдау;
- виртуалды ортада операциялық жүйелермен жұмыс істеудің әдістері мен ұйымдастыру жолдарын анықтау;
- зертханалық және тәжірибелік жұмыстарды компьютердің бағдарламалық өнімділігіне зиян келтірмей жүргізу тәсілдерін ұсыну.

Зерттеу әдістерін таңдау ғылыми негізделген тәсілдерге сүйенді. Контент-талдау әдісі арқылы оқу бағдарламалары мен білім беру үдерісіне қойылатын заманауи талаптар сарапталды. Сауалнама арқылы білім алушылардың дайындық деңгейі мен тәжірибелік машықтары анықталды. Алынған сапалық деректер әдістемелік ұсынымдарды әзірлеуге негіз болды. Эксперименттік оқыту әдісі арқылы ұсынылған әдістеменің тиімділігі бақылау және тәжірибелік топтарда тексерілді. Студенттердің оқу жетістіктері, практикалық тапсырмаларды орындау сапасы мен өздік жұмысты ұйымдастыру қабілеті салыстырмалы талдау арқылы бағаланды. Бұл зерттеу нәтижелерінің сенімділігін арттырып, виртуализацияның оқыту процесіне оң ықпалын дәлелдеуге мүмкіндік берді.

Зерттеу барысында қолданылған барлық әдістер зерттеу мақсаттарына қол жеткізуге, болашақ информатика педагогтарының кәсіби құзыреттілігін арттыруға және виртуалды машиналар негізінде оқытудың мазмұндық әрі технологиялық тиімділігін айқындауға бағытталды.

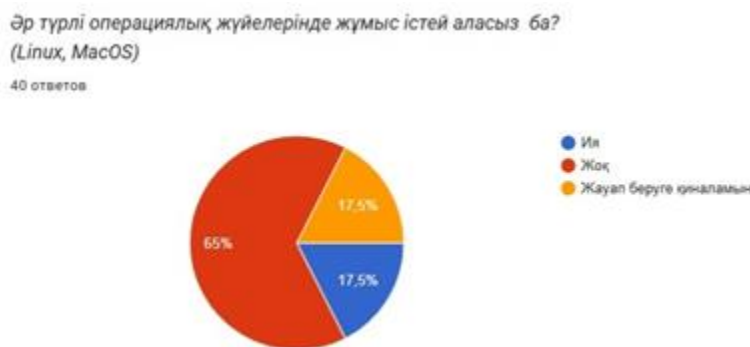
Зерттеу нәтижелері

Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетінің информатика білім беру бағдарламасының білім алушыларының практикалық дағдыларының жеткіліктілік деңгейін анықтау мақсатында сауалнама алынды. Сауалнамада білім алушылардан шынайы және нақты жауап алу мақсатында білім алушылардың құпиялығы сақталатыны ескертіліп, «Google Форма» арқылы жүргізілді. Сауалнама Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетінің Информатика білім беру бағдарламасының 3 курс білім алушыларынан алынды. Сауалнама сұрақтары және сауалнама нәтижесі 1-кестеде көрсетілген. Сауалнамаға қатысқан студенттер саны: 40. Респонденттердің жыныстық құрамы: ерлер саны – 23, әйел саны – 17 болды. Респонденттердің жастары 20-23 жас аралығында болды.

Кесте 1. Сауалнама сұрақтары және сауалнама нәтижесі

№	Сауалнама сұрақтары	Иә	Жоқ	Жауап беруге қиналамын
1	Әр түрлі операциялық жүйелерде жұмыс істей аласыз ба? (Linux, MacOS)	7/ 17,5%	26/65%	7/ 17,5%
2	Виртуалды машиналардың типтері мен түрлерін білесіз бе? (Windows Virtual PC, VMware Workstation 7.1, Oracle VM VirtualBox 4.1)	6/ 15%	25/62,5%	9/ 22,5%
3	Операциялық жүйелерді виртуализациялау мүмкіндіктерімен таныссыз ба?	5/12,5%	27/ 67,5%	8/20%
4	Операциялық жүйелерді виртуалды машиналар көмегімен көптеген мүмкіндіктерін меңгергіңіз келе ма?	30/ 75%	5/ 12,5%	5/ 12,5%

Бірінші сұрақ: «Әр түрлі операциялық жүйелерінде жұмыс істей аласыз ба? (Linux, MacOS)» деген сұрақ арқылы студенттердің қазіргі уақыттағы операциялық жүйелердің көптігіне байланысты мүмкіндіктерін пайдаланып, кәсіптік тапсырмаларды орындай алуының деңгейін зерттеп, 1-суретте көрсетілгендей нәтиже алдық. Нәтижесінде 40 студенттің 42,5%-ы Windows, Linux, MacOS операциялық жүйелерінде жұмыс істей алатындары. Қалған қатысушылардың 65%-ы бұл операциялық жүйелерде жұмыс істей алмайтындықтарын көреміз, ал 17,5%-ы әр түрлі себептерге байланысты жауап беруге қиналатындықтарын айтқан.



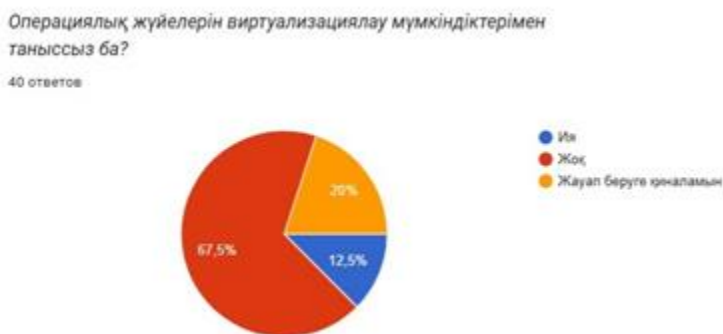
Сурет 1. Операциялық жүйе туралы сауалнама нәтижесі

Екінші сұрақ: «Виртуалды машиналардың типтері мен түрлерін білесіз бе? (Windows Virtual PC, VMware Workstation 7.1, Oracle VM VirtualBox 4.1)» деген сұраққа виртуалды машиналардың типтері мен түрлері 15%- ы ғана білетін болып шықты. 62,5 % -ы білмейтін болып шықты. Ал, 22,5 %- ы жауап беруге қиналатындықтарын айтқан. Сауалнама нәтижесінің графиктік көрінісі 2-суретте көрсетілген.



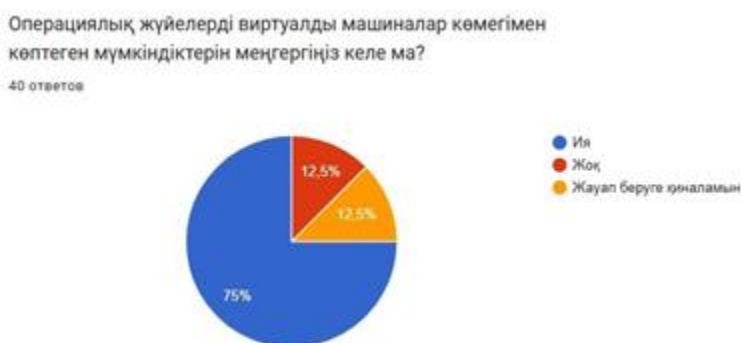
Сурет 2. Виртуалды машиналар жайлы сауалнама нәтижесі

Үшінші сұрақ: «Операциялық жүйелерді виртуализациялау мүмкіндіктерімен таныссыз ба?» деген сұраққа 12,5 % -ы ғана білетін болып шықты. 67,5 % -ы білмейтін болып шықты. 20% -ы жауап беруге қиналатындықтарын айтқан. Сауалнама нәтижесінің графиктік көрінісі 3-суретте көрсетілген.



Сурет 3. Операциялық жүйелерді виртуализациялау мүмкіндіктері бойынша сауалнама нәтижесі

Төртінші сұрақ: «Операциялық жүйелерді виртуалды машиналар көмегімен көптеген мүмкіндіктерін меңгергіңіз келе ма?» деген сұраққа 75 % -ы «Иә» деп жауап берген. 12,5 % -ы жоқ деп жауап берген. 12,5 % -ы жауап беруге қиналатындықтарын айтқан. Сауалнама нәтижесінің графиктік көрінісі 4-суретте көрсетілген.



Сурет 4. Виртуалды машиналар мүмкіндіктері туралы сауалнама нәтижесі

Зерттеу жұмысы аясында ұйымдастырылған сауалнама нәтижесінде болашақ информатика педагогтарының теория жүзінде алған білімдерін практика жүзінде қолдану үшін операциялық жүйелер пәні мазмұнына виртуалдандыру технологияларын қосып, сол арқылы әр түрлі ОЖ-лерде жаттығулар орындауға қызығушылықтары бар екендігі анықталды. Операциялық

жүйелерді басқару саласындағы практикалық дағдыларды бекіту үшін арнайы зертхана қажет. Бұл қажеттілікті орындау білім беру мекемелері үшін ұйымдастыру өте қиын, өйткені мұндай эксперименттер компьютердің бағдарламалық өнімдерінің өнімділіктеріне зиян келтіруі мүмкін. Бұл зерттеу жұмысымыздың мақсатына қарай операциялық жүйелерді виртуалды машинаның мүмкіндіктерін қолдана отырып оқытудың әдістемесін ұсынатын боламыз.

Ақпараттық технология сала мамандықтары бір-бірінен мақсатымен, сипаттамаларымен және мүмкіндіктерімен ерекшеленеді. Болашақ информатика педагогтары операциялық жүйелер бойынша алған білім және біліктерін тиімді қолдану үшін виртуалды машинаны таңдаудың негізгі критерийлерін анықтау қажет [4].

Бағдарламалық жасақтама нарығында «виртуалдандыру құралдары» деп аталатын өнімдер пайда болған кезде пәндік зертханаларды орындаудағы бірнеше қиындықтарды түзету мүмкін болды [5]. Бір жағынан, мұндай бағдарламалық өнімдерді пайдалану мен көп функционалдылығына байланысты әлдеқайда ыңғайлы болды, ал екінші жағынан, оларды тиімді пайдаланудың көптеген мүмкіндіктері ашылды. Қазіргі уақытта әр түрлі қызмет салаларында виртуализация өнімдерін қолданудың келесі нұсқалары көрсетілген:

1. Серверді виртуалдандыру. Параллель жұмыс істейтін виртуалды көшірмелерін пайдаланып бірнеше физикалық серверлерді біреуіне көшіру.

2. Қосымшаларды әзірлеу және жөндеу. Бір уақытта бірнеше ОЖ-ны іске қосу мүмкіндігі, бұл бағдарламалық жасақтама жасаушыларға әртүрлі платформалар мен конфигурацияларда қосымшаларын тексеруге мүмкіндік береді.

3. Аппараттық құралдарды виртуалдандыру. Мысалы: виртуалды принтерлер, ақпарат жинақтағыштар, желілік жабдық.

4. Портативті қосымшаларды ұйымдастыру. Сәйкес келмейтін бағдарламалық қамсыздандыру жұмысын қамтамасыз ету.

5. Оқытуда қолдану. Виртуалды машина білім беру мекемелерінде виртуалды зертхана кәсіптік пәндер бойынша зертханалық сабақтарды ұйымдастыру үшін пайдаланылуы.

Бүгінгі таңда дербес жұмысын эмуляциялайтын бағдарламалардың саны жеткілікті. Олар бір-бірінен мақсатымен, сипаттамаларымен және мүмкіндіктерімен ерекшеленеді, әртүрлі дайындық деңгейлері бар пайдаланушыларға бағытталған, сондықтан білім беру саласында тиімді қолдану үшін VM таңдаудың негізгі критерийлерін анықтау қажет болды. Жалпы, VM таңдаудың 6 критерийін негізгі деп санауға болатындығын көрсетті [6]:

1. Эмуляция түрі;
2. Жүйелік талаптар және баға;
3. Эмуляцияланатын аппараттық құрал;
4. Интерфейс;
5. Функционалды толтыру;
6. Өнімділік.

Осы критерийлерге сәйкес келетін виртуалды машиналардың ең танымал үшеуінің сипаттамаларына салыстырмалы талдау жасадық. Виртуалды машиналарды әртүрлі салаларда қолдану үшін қойылатын талаптарға сәйкес келетінін анықтау үшін бүгінгі таңда танымал үш квазиэмулятордың сипаттамаларына салыстырмалы талдау жүргізілді. Тестілеу объектісі ретінде біз бағдарламалық өнімдердің келесі нұсқаларын алдық: Windows Virtual PC, VMware Workstation 12.x, Oracle VM VirtualBox 5.x. Бастапқыда бағдарлама деректерін виртуалды машина орнатылатын компьютерге қойылатын баға мен жүйелік талаптар тұрғысынан салыстыру қажет деп санаймыз, өйткені бұл өлшем виртуалды машина жұмыс істейтін хост машиналарының конфигурациясын таңдауда негіз болып табылады. Егер осы сыныптағы бағдарламаларға қойылатын ұсынылған жүйелік талаптарды талдайтын болсақ, онда олар өте ұқсас: минималды жиілігі 1-1,3 GHz болатын 32 немесе 64 биттік архитектуралық процессор; сонымен қатар компьютерде кемінде 1 Гб жедел жады орнатылуы керек. Диск жетектеріне қойылатын талаптар маңызды емес, бірақ ең аз талап етілетін - бұл Microsoft өнімі; VMware, керісінше, өте көлемді дистрибутивке ие және орнатылған кезде дискілік кеңістіктің өте үлкен

көлемін қажет етеді. Виртуалды машина жұмыс істеуі үшін хост компьютеріне орнатылады. Лицензияланған бағдарламалық жасақтаманы пайдалану үшін Microsoft және Oracle бағдарламалық жасақтамаларын пайдалану ыңғайлы екені анық. Соңғысы сонымен қатар ашық және оның негізінде орналастыруға болатын ең көп ОЖ-ны қолдайды. Виртуалды машиналарды таңдаудың екінші критерийі - қонақтарға арналған компьютерлердің эмуляцияланған аппараттық құралдарының көлемі. Бұл сипаттама пайдаланушы жасайтын виртуалды машина (ВМ) аппараттық мүмкіндіктерін бағалауға мүмкіндік береді. Бұл параметр өндіруші компаниялардың ең маңызды және дамығандарының бірі болып табылады. Windows Virtual PC негізгі сипаттамалары бойынша бәсекелестерден өте артта қалды: ол ең аз аппараттық компоненттерді еліктейді және тек өз компаниясының бағдарламалық жасақтамасын қолдайды. Oracle VM VirtualBox, керісінше, қажет конфигурацияның бәрі бар барлық орташа дербес компьютердің аппараттық құралдарының толық эмуляциясын көрсетеді. VMware Workstation ең таңдаулы пайдаланушыларды эмуляцияланған аппараттық компоненттерді таңдаумен қанағаттандырады, бұл жоғары бағаны ақтайды.

Демек, компьютердің жұмысын эмуляциялау үшін Oracle VM VirtualBox бағдарламасын пайдалану ұсынылады, бірақ әр түрлі эмуляцияланған аппараттық құралдардың әртүрлілігіне сәйкес, кез-келген күрделіліктің виртуалды серверін ұйымдастыра алатын жетілдірілген VMware Workstation болып табылады. Үшінші және төртінші таңдау критерийлерін негізгі деп санауға болмайды, бірақ олар ВМ-ды ыңғайлы пайдалану үшін маңызды, яғни функционалды толықтық және интерфейс. VMware Workstation бағдарламасы ВМ тәжірибесін жақсартатын әртүрлі параметрлер, қосымша мүмкіндіктер және утилиттер бойынша сөзсіз көшбасшы болып табылады. Олар барлық пайдаланушыларға қажет болмауы мүмкін, бірақ ақпараттық технологиялар мамандары өндіруші компанияның оларға енгізетін жаңалықтарын ризашылықпен қабылдайды. Мұндай толыққанды өнімнің ақылы екендігі заңды. Windows Virtual PC, соңғы уақытқа дейін VMware өнімімен сәтті бәсекелесті, бірақ бүгінгі таңда бұл бағдарлама қосымша мүмкіндіктердің ішінен жұмыс істеуге жеткілікті негізгі минимумды ғана білдіреді. Oracle VM VirtualBox өнімі белсенді дамып келеді, сондықтан әр жаңа нұсқада даму көрінеді: бағдарламаның жаңа функцияларының саны артып келеді. Біздің ойымызша, ВМ таңдаудың соңғы және маңызды критерийі-виртуалды машиналардың өнімділігі. Осы критерий бойынша ВМ салыстыру үшін келесі конфигурациясы бар компьютерде жүргізілген бірқатар сынақтарды әзірледік: Intel Core 2 Duo 2,13 Ghz/3,5 GB/nVidia geforce7800gtx/250Gb, нәтижесінде бірдей конфигурациямен 3 ВМ құрдық (RAM – 1Gb, HDD – 10 Gb). Эксперименттің мақсаты қандай бағдарламалық өнім әртүрлі тапсырмаларды тезірек орындайтынын анықтау болды. Тестілеу нәтижелері VMware компаниясының бағдарламалық өнімі өнімділік бойынша ең жақсы көрсеткіштерге ие екенін көрсетті: ол әртүрлі бағдарламалық жасақтамадағы көптеген сынақтарда ең жоғары жылдамдықты көрсетеді. Virtual PC тек Microsoft ОЖ-мен жұмыс істегенде ғана өнімділік бойынша көшбасшы болып табылады, ал қалған ОЖ-ны қолдамайды, бұл, ең алдымен, Open Source өндірушілерімен бәсекелестікке және компания өз өнімдерін танымал ету үшін жүргізетін маркетингтік саясатқа байланысты. Oracle VM VirtualBox орташа өнімділікті көрсетеді. Төмендегі 2-кестеде салыстырмалы талдау нәтижелерінен, ВМ сипаттамалары алты критерий бойынша ұсынылған, бұл олардың мүмкіндіктерін жан-жақты бағалауға мүмкіндік беретіндігін көре аламыз.

Кесте 2. ВМ мүмкіндіктерінің салыстырмалы сипаттамасы

Өлшем нөмірі / ВМ атауы	1	2	3	4	5	6	Қорытынды
Windows Virtual PC	+	+	-	±	±	±	±
VMware Workstation 7.1	+	±	+	±	+	+	+
Oracle VM VirtualBox 4.1	+	+	+	+	±	±	+
" + " - ең жақсы көрсеткіш; " ± " - орташа көрсеткіш; " - " - ең нашар көрсеткіш.							

VirtualBox-тың негізгі ерекшеліктері:

1. Кросс-платформалық қолдау: Windows, Linux және macOS сияқты әртүрлі хост операциялық жүйелерінде жұмыс істей отырып, пайдаланушыларға әртүрлі платформаларда VM жасау мен басқаруға мүмкіндік береді;

2. Көптеген қонақ ОЖ қолдауы: пайдаланушылар VirtualBox ішінде Windows-тың әртүрлі нұсқаларын, әртүрлі Linux дистрибутивтерін және macOS-ты (кейбір қосымша конфигурациялармен) орната алады.

3. Снапшот функциясы: VirtualBox пайдаланушыларға VM-дің қазіргі күйін сақтау үшін түсірілген суреттерді алуға мүмкіндік береді, бұл қажет болса кейін оралуға мүмкіндік береді. Бұл функция тестілеу және әзірлеу мақсаттары үшін пайдалы.

4. Бөлісілген қалта: пайдаланушылар хост пен қонақ ОЖ арасында қалталарды бөлісіп, файлдарды жеңіл тасымалдау үшін және ынтымақтастықты жеңілдетеді.

5. Желілік опциялар: VirtualBox әртүрлі желілік конфигурацияларды ұсынады, бұл VM-нің бір-бірімен, хостпен және сыртқы әлеммен байланысуына мүмкіндік береді.

6. Қонақ қосымшалары: Қонақ қосымшаларын орнату қонақ ОЖ-нің өнімділігі мен пайдаланушылық мүмкіндіктерін арттырады, мысалы, ортақ буфер, жетілдірілген графика және тышқанның интеграциясы.

VirtualBox-ты Windows, Linux және macOS-пен пайдалану:

1. Windows: пайдаланушылар VirtualBox-та Windows-тың әртүрлі нұсқаларын қонақ ОЖ ретінде орната алады. Бұл әсіресе Windows-only бағдарламаларын тестілеу, әзірлеу немесе басқа хост ОЖ-да іске қосу үшін пайдалы.

2. Linux: VirtualBox көптеген Linux дистрибутивтерін қолдайды. Пайдаланушылар әртүрлі Linux орталарымен тәжірибе жасап, серверлік бағдарламаларды іске қосып немесе хост жүйесіне әсер етпей, бақыланатын ортада бағдарламаларды тестілеуге болады.

3. macOS: macOS-ты VirtualBox-та қонақ ОЖ ретінде орнату лицензиялау шектеулері бойынша күрделірек болуы мүмкін, бірақ бұл кейбір қосымша қадамдармен мүмкін. Бұл әзірлеушілерге Mac қажет етпей, macOS қосымшаларын жасау және тестілеу үшін пайдалы.

Сонымен, VMware Workstation-бұл ірі ұйымдар шеңберіндегі маңызды міндеттерді шешуге бағытталған кәсіби кешен. Бұл бағдарламалық жасақтама ең өнімді болып табылады және онымен жұмыс істеу ыңғайлылығын арттыратын көптеген қосымша утилиталарды қамтиды. VMware Workstation-кәсіпқойларға бағытталған ақылы бағдарламалық өнім. Өкінішке орай, Windows Virtual PC моральдық тұрғыдан ескірген болып саналады, өйткені қазіргі заманғы интерфейстерге қолдау көрсетілмейді. Тағы бір кемшілігі-оның тек Microsoft өнімдеріне бағдарлануы. Дегенмен, Windows ОЖ-мен жұмыс істеу үшін ол ең жақсы жұмыс істейді, өйткені ол ең жоғары өнімділікті көрсетеді. Microsoft қазірдің өзінде Microsoft Windows 8, 10 операциялық жүйесінің құрамдас бөлігі ретінде қол жетімді жаңа Microsoft Hyper-V бағдарламалық өнімін әзірледі. Талдау көрсеткендей, VM пайдалану үшін ең кең таралған және қол жетімді-бұл Oracle VM VirtualBox, ол өзінің арсеналында барлық заманауи интерфейстерге ие және хосттар мен қонақтардың ОЖ-нің үлкен тізімін қолдайды, орыс тілінде интерфейсін бар және толығымен тегін. Осылайша, қазіргі заманғы VM-ды салыстыру негізінде біз ұсынған алты критерийді қолдана отырып, олардың көптеген нұсқаларының ішінен әртүрлі салалардағы әртүрлі тапсырмаларды сәтті орындай алатындарды таңдауға болады. VirtualBox – бұл Oracle компаниясы әзірлеген қуатты ашық кодты виртуализация бағдарламасы. Ол пайдаланушыларға бір физикалық машинада бірнеше операциялық жүйені іске қосуға мүмкіндік береді, өйткені виртуалды машиналар құрады. Бұл әсіресе әзірлеушілер, тестерлер және әртүрлі ОЖ орталарын бөлек физикалық жабдықсыз зерттеуге қызығатын кез келген адам үшін пайдалы. Операциялық жүйелерді қолдану мен басқаруды үйретуде білім алушыларға Windows, Linux, macOS сияқты әртүрлі операциялық жүйелермен танысуға мүмкіндік беру керек, осылайша білім алушылар әртүрлі жүйенің мүмкіндіктері мен ерекшеліктерін салыстыра алады. Windows, Linux, macOS операциялық жүйелерінде тапсырмаларды Virtual Box -та орындау үшін мүмкіндіктеріне талдау жасадық (3-кесте).

Мұндағы мақсатымыз болашақ информатик педагогтарының виртуалды машиналардың көмегімен операциялық жүйелерді пайдалану дағдыларын игерту.

Кесте 3. Windows, Linux, macOS операциялық жүйелерінде Virtual Box –пен жұмыс істеу үшін мүмкіндіктеріне талдау

<i>Операциялық жүйелер</i>	<i>Windows</i>	<i>Linux</i>	<i>macOS</i>
<i>ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ</i>	<i>Keң таралған</i>	<i>Тегін және ашық кодты</i>	<i>Оңтайландырылған өнімділік</i>
	<i>Бағдарламалық жасақтама қолжетімділігі</i>	<i>Қауіпсіздік</i>	<i>Қауіпсіздік</i>
	<i>Ойындар</i>	<i>Бантау мүмкіндігі</i>	<i>Дизайн және өнімділік</i>
	<i>Аппараттық үйлесімділік</i>	<i>Жеңіл жүйе</i>	<i>Apple экосжүйесімен интеграция</i>
	<i>Пайдалануға ыңғайлылық</i>	<i>Бағдарламашылар мен серверлер үшін</i>	<i>Тұрақтылық</i>

Осы 3-кестеден Windows, Linux, macOS операциялық жүйелерінде Virtual Box -пен жұмыс істеу үшін мүмкіндіктеріне талдау нәтижесінен ерекшеліктерін көреміз. Яғни, операциялық жүйелердің мүмкіндіктері әр түрлі болғандықтан, олармен студенттер танысуы маңызды.

Информатика ББ бағдарламасын оқу жоспарына сәйкес, 3-курс 6 семестрде білім алушыларға «Операциялық жүйелер» пәнінде операциялық жүйелерді меңгерту мақсатында виртуализация мүмкіндіктері қолданылды. Білімді игерту мақсатында файлды басқару, қауіпсіздік, жадыны басқару және желілік байланыс тақырыптарында тапсырмаларды VirtualBox виртуалды машинасы арқылы орындатып, студенттердің теориялық білімдерін практикада қолдануын және әр түрлі аппараттық проблемаларды болдырмауын қамтамасыз етілді. Ең бастысы Білім алушылар бір мезетте екі немесе одан да көп операциялық жүйеде параллель жұмыс жасай отырып операциялық жүйелерді салыстыра меңгере алды.

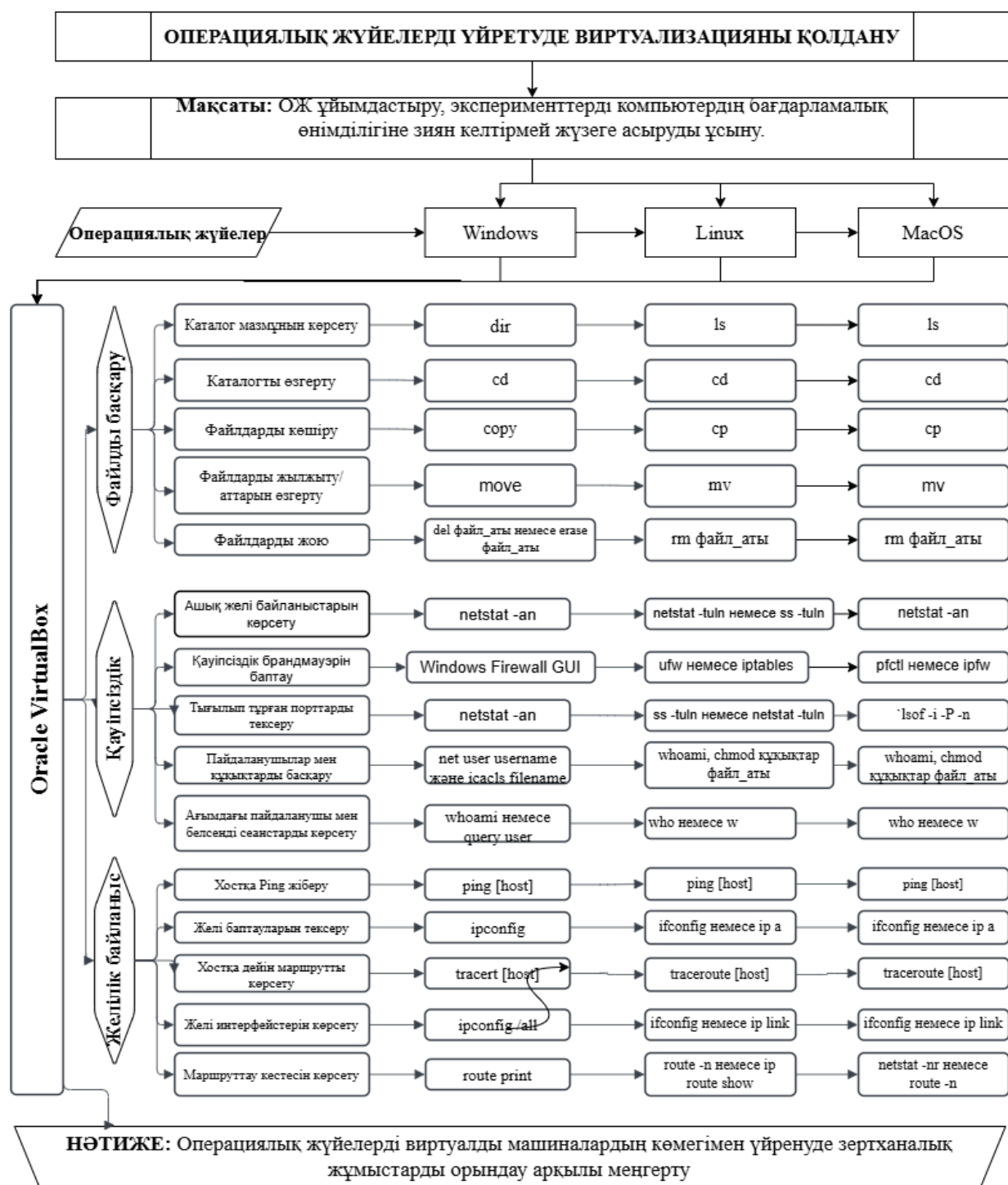
Операциялық жүйелерде файлдармен жұмыс істеу үшін студенттерге арналған бірнеше жұмыстар ұсынылды. Бұл жұмыстар командалық жол интерфейсін қолдана отырып, оқушылардың файлдық жүйелерді, рұқсаттарды, файл атрибуттарын, және файлдармен жұмыс істеу дағдыларын дамытуға көмектеседі.

Қауіпсіздік негіздерін тереңдетіп үйрену үшін студенттерге арналған жұмыстар файл рұқсаттарын басқару, пайдаланушылар мен топтар құру, шифрлау әдістері, желілік қауіпсіздік және зиянды бағдарламалардан қорғау тақырыптарын қамтиды. Бұл тапсырмалар студенттердің операциялық жүйелердегі қауіпсіздік дағдыларын дамытуға, оларды қорғау әдістерімен танысуға және нақты инциденттерді шешу тәжірибесін алуға бағытталған [7].

Операциялық жүйелердегі жадыны басқару әдістерін тереңдетіп үйрену үшін зертханалық жұмыстардың мақсаты –білім алушыларға жадыны басқару, виртуалды жады, парақтау, сегменттеу және жадтың тиімділігін арттыру сияқты негізгі ұғымдарды түсініп, оларды тәжірибеде қолдануды үйрету.

Ал, операциялық жүйелерде желілік өзара әрекеттесуді оқыту үшін арналған жұмыстар топтамасы берілген. Бұл тапсырмалар желілік байланыс орнату, TCP/IP стегін түсіну, желілік құралдармен жұмыс, сокеттер арқылы бағдарламалау және желілік қызметтерді орнату мен басқару сияқты маңызды тақырыптарды қамтиды.

Төмендегі 5-суретте «Файлды басқару», «Қауіпсіздік», «Желілік байланыс» тақырыбындағы зертханалық жұмыстарды орындау арқылы тақырыпты меңгеру жолдары сипатталған.



Сурет 5. Операциялық жүйелер пәнінен зертханалық жұмыстарды орындау моделі

Білім алушылар операциялық жүйелерді виртуалды машиналардың көмегімен үйренуде «Файлды басқару», «Қауіпсіздік», «Желілік байланыс» зертханалық жұмыстарды орындау арқылы командаларды меңгереді. Осы 5-суретте операциялық жүйелер пәнінен «Файлды басқару», «Қауіпсіздік», «Желілік байланыс» зертханалық жұмыстарды орындау моделін көріп тұрмыз, яғни әр операциялық жүйелердің командаларын қызметімен меңгереді. Осылайша, операциялық жүйелер пәнінде зертханалық жұмыстарды орындауда ВМ мүмкіндіктерін пайдалану арқылы болашақ информатик педагогтарын практикалық дайындаудың ең перспективалы және тиімді құралы деп санаймыз. Зертханалық жұмыстарды

орындау нәтижесінде ВМ қолдана отырып, білім алушылар болашақ кәсіби қызметте ұқсас операцияларды өз бетінше орындауға көмектесетін дағдыларға ие болады.

Бұл зертханалық жұмыстарды орындау нәтижесінде білім алушылар:

- Білім алушылар файлдарды архивтеуді, қысуды және қалпына келтіруді, файлдық жүйенің күйін бақылау және жүйені басқару әдістерін, файл рұқсаттарын және құқықтарын басқаруды үйренеді;

- Білім алушылар пайдаланушылар мен топтарды басқару және олардың қауіпсіздік параметрлерін орнатуды, брандмауэрлерді конфигурациялауды және желілік қауіпсіздікті қамтамасыз ету тәсілдерін, зиянды бағдарламалардан қорғау әдістерін үйреніп, антивирус бағдарламаларымен жұмыс істеуді меңгереді;

- Білім алушылар жүйелік журналдарды қарау және инциденттерді анықтау бойынша практикалық дағдыларды, жадтың құрылымы мен бөліну механизмдерін, виртуалды жады мен парақтау механизмдерін түсініп, парақтау файлын конфигурациялауды, жадыны тиімді басқару механизмдерін, жадыны басқару принциптерін үйренеді;

- Білім алушылар жадыны динамикалық бөлу және босату арқылы жады тиімділігін арттыруды, жад өнімділігін арттыру әдістерін және жүйенің жады тұтынуын тиімді басқаруды, TCP/IP стегінің құрылымын және желі деңгейіндегі байланыс принциптерін, желі диагностикасының негізгі құралдарын және трафикті бақылау әдістерін, DHCP және DNS қызметтерін конфигурациялау және олардың желіде қалай жұмыс істейтінін, SSH, VPN және брандмауэр арқылы желі қауіпсіздігін қамтамасыз ету әдістерін меңгереді.

- Білім алушылар HTTP протоколын және веб-сервердің жұмыс принциптерін, сондай-ақ веб-серверде қауіпсіздікті қамтамасыз етуді, FTP арқылы файлдарды басқаруды және FTP серверінің қауіпсіздігін қамтамасыз етуді, файлдарға рұқсаттарды тағайындау және өзгерту арқылы операциялық жүйелерде файлдық қауіпсіздік негіздерін меңгереді.

Операциялық жүйелерді үйретуде виртуализацияны енгізу көптеген мүмкіндігі жоғары бағдарламалармен тиімді жұмыс жасауда студенттердің практикалық дайындығын жақсартудың бір жолы ретінде ұсынылды.

Бұл әдіс білім алушыларға операциялық жүйелердің әртүрлі аспектілерін тиімдірек зерттеуге және сынауға мүмкіндік береді. Педагогика саласына маманданған студенттерге арналған зертханалық жұмыс-бұл болашақ мамандыққа тікелей бағытталған оқу-танымдық іс-әрекеттің бір түрі. Мұнда студенттерге проблемалық тапсырмалар қойылады, олардың шешімін табу үшін теориялық және практикалық дайындықтар қажет етіледі. Сондықтан зертханалық жұмыс практикалық сабақтарды өткізудің басым нысанына айналады, онда арнайы пәндер бойынша білім беру міндеттерінің кең ауқымын шешу үшін оқытудың тиімді құралдары қолданылады [8, 9, 10].

Дискуссия

Бұл зерттеу нәтижелері болашақ информатика мамандары үшін операциялық жүйелерді виртуализациялау технологияларын тиімді қолданудың маңыздылығын айқындайды. Білім алушылар өздерінің практикалық дағдыларын виртуалды машиналар арқылы дамытуға мүдделі екендерін көрсетті, бірақ көпшілігі виртуализация құралдары мен операциялық жүйелердің ерекшеліктері туралы толық түсінікке ие емес.

Зерттеу нәтижелеріне сәйкес алынған тұжырымдамалар:

- Операциялық жүйелермен жұмыс істеу деңгейі: Студенттердің тек 42,5%-ы Windows, Linux, MacOS операциялық жүйелерінде жұмыс істей алады, ал қалғандары олардың мүмкіндіктерін толықтай пайдалана алмайды.

- Виртуалды машиналарға қатысты білімдер: Виртуалды машиналардың түрлері мен мүмкіндіктері туралы білім тек 15%-да ғана бар, бұл студенттердің көпшілігі үшін маңызды техникалық дағдыға айнала алмай отыр.

- Виртуализациялау мүмкіндіктерін түсіну: Операциялық жүйелерді виртуализациялау туралы 67,5% студент білмейді, бұл студенттердің пән бойынша теориялық білімдерін толық практикада қолдануға қиындықтар тудыруы мүмкін.

- Практикалық дағдыларды дамытуға қызығушылық: Операциялық жүйелердің мүмкіндіктерін виртуалды машиналар арқылы меңгеруге 75% студенттің ынтасы бар.

Зерттеу нәтижелері бойынша, болашақ информатика педагогтарының осы бағыттағы білімдерін арттыру үшін оқу процесінде виртуализация құралдарын пайдалану және оларды түрлі операциялық жүйелерде тапсырмалар орындау үшін қолдану өте маңызды. Бұл студенттердің теориялық білімдерін практикада тиімді қолдануға көмектеседі.

Қорытынды

Операциялық жүйелерді оқытуда Oracle VirtualBox VM қолдану және сол ортада зертханалық жұмыстарды орындаудың берер мүмкіндігі жоғары, сондықтан ХХІ ғасырдың бәсекеге қабілетті болашақ информатика педагог мамандарына операциялық жүйелердің мүмкіндіктерін үйретудің ең перспективалы және тиімді құралы деп саналды. Зертханалық жұмыста виртуалды машиналарды қолдана отырып, студенттер болашақ кәсіби қызметте тапсырмаларды өз бетінше орындауға көмектесетін дағдыларға ие болады.

Зерттеу нәтижесі бойынша төмендегідей тұжырымдар ұсынылады:

- Оқу бағдарламасындағы пәндер мазмұнына виртуализация технологияларын қосу: Студенттерге әр түрлі операциялық жүйелермен жұмыс істеу мүмкіндігін беру үшін, оқу курстарында виртуалды машиналар мен олардың қолданылуын оқыту қажет.

- Қолданбалы зертханалық сабақтар ұйымдастыру: Виртуалды машиналар негізінде зертханалық жұмыстар ұйымдастырып, студенттердің практикалық дағдыларын қалыптастыру.

- Виртуализация құралдарының кеңінен қолданысқа енгізілуі: VMware Workstation, Oracle VM VirtualBox сияқты құралдар оқу процесінде қолданылып, студенттердің мүмкіндіктерін кеңейтеді.

Пайдаланылған дереккөздер тізімі

[1] Мемлекет басшысы Қасым-Жомарт Тоқаевтың «Жасанды интеллект дәуіріндегі Қазақстан: өзекті мәселелер және оны түбегейлі цифрлық өзгерістер арқылы шешу» атты Қазақстан халқына Жолдауы. - 2025. <https://www.akorda.kz>

[2] ҚР мектепке дейінгі, орта, техникалық және кәсіптік білім беруді дамытудың 2023 - 2029 жылдарға арналған тұжырымдамасы.-2023. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P2300000249>

[3] Basu S. J., Barton A. C. A researcher-student-teacher model for democratic science pedagogy: connections to community, shared authority, and critical science agency. //Equity & Excellence in Education, -2010. -43(1), p.p. 72–87. <https://doi.org/10.1080/10665680903489379>.

[4] Шабалин А. М., Захаров А. А., Калиберда Е. А., Кенжалинова Н. В. Организация виртуальной облачной лаборатории для развития профессиональных компетенций в области сетевого и системного администрирования при подготовке будущих IT-специалистов. //Динамика систем, механизмов и машин. 2023. № 4(11). С.87-93 <https://doi.org/DOI:10.25206/2310-9793-2023-11-4-87-93>

[5] Жабаев Е.Х., Ревшенова М.И. Виртуальные среды и симуляторы в обучении робототехнике. // Вестник КазНПУ им. Абая, серия «Физико-математические науки». 2023. №2(82). 220-229 б. <https://doi.org/10.51889/2959-5894.2023.82.2.024>.

[6] Zakharov A.A., Shabalin A.M., Kruchkovsky S. K. Features of Creating a Virtual Laboratory for Developing and Applying Correlation Rules in Modern SIEM-Systems when Training Security Operation Center Analysts (by the Example of Microsoft Windows) //International Russian Smart Industry Conference (SmartIndustryCon). 2024. <https://doi.org/10.1109/SmartIndustryCon61328.2024.10515421>

[7] Berdi D., Niyazova G., Bayterekova N., Koshanova G., Usembayeva I. Digital hygiene skills and cyberbullying reduction: a study among teenagers in Kazakhstan. //International Journal of Evaluation and Research in Education. 2024. №13(6), p.p. 4170–4188. <https://doi.org/10.11591/ijere.v13i6.28418>

[8] Заурова С.Б., Сагимбаева А.Е., Мукатаева Ж.С. Виртуалды зертхананы білім беру жүйесінде пайдаланудың маңыздылығы. //ҚР Ұлттық ғылым академиясы Хабаршысы. 2023. №405 (5), 114-131 б.б. <https://doi.org/10.32014/2023.2518-1467.580>

[9] Кошанова Г., Кошанова М., Абдулатипов А. Робототехниканы оқытуда виртуалды зертханаларды қолдану мүмкіндіктері. //Абай атындағы ҚазҰПУ Хабаршысы. 2024. №3 (87). 249-262 б.б. <https://doi.org/10.51889/2959-5894.2024.87.3.021>

[10] Niyazova G., Abdrakhmanov R., Adylbekova G., Koshanova G. Applying augmented and virtual reality in online and offline education. //Journal of Theoretical and Applied Information Technology. 2022. №100 (8), p.p. 2528-2541.

References

[1] Memleket basshysy Kasym-Zhomart Tokaevtyн «ZHasandy intellekt dauyryndegy Kazakstan: ozekty maseleler zhane ony tubegejly cifrlyk ozgeryster arkyly sheshu» ["Kazakhstan in the era of artificial intelligence: current problems and their solutions through radical digital transformation"] atty Kazakstan halkyna ZHoldauy. 2025. <https://www.akorda.kz> (In Kazakh)

[2] KR mektepke dejyngy, orta, tekhnikalыk zhane kasyptyk bylym berudy damytudyn 2023 - 2029 zhyldarga arналган tuzhyrymdamasy [Concept for the development of preschool, secondary, technical and vocational education of the Republic of Kazakhstan for 2023-2029]. 2023. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P2300000249> (In Kazakh)

[3] Basu S. J., Barton A. C. (2010) A researcher-student-teacher model for democratic science pedagogy: connections to community, shared authority, and critical science agency. //Equity & Excellence in Education, 43(1), 72–87. <https://doi.org/10.1080/10665680903489379>

[4] SHabalin A. M., Zaharov A. A., Kaliberda E. A., Kenzhalinova N. V. (2023) Organizaciya virtual'noj oblachnoj laboratorii dlya razvitiya professional'nyh kompetencij v oblasti setevogo i sistemnogo administrirovaniya pri podgotovke budushchih IT-specialistov [Organization of a virtual cloud laboratory for the development of professional competencies in the field of network and system administration in the training of future IT specialists.]. Dinamika sistem, mekhanizmov i mashin. № 4(11). 87-93 DOI: <https://doi.org/10.25206/2310-9793-2023-11-4-87-93> (In Russian)

[5] ZHabaev E.H., Revshenova M.I. (2023) Virtual'nye sredy i simulyatory v obuchenii robototekhnike [Virtual environments and simulations in robotics education]. Vestnik KazNPU im. Abaya, seriya «Fiziko-matematicheskie nauki». №2(82). 220-229. <https://doi.org/10.51889/2959-5894.2023.82.2.024> (In Russian)

[6] Zakharov A.A., Shabalin A.M., Kruchkovsky S. K. (2024) Features of Creating a Virtual Laboratory for Developing and Applying Correlation Rules in Modern SIEM-Systems when Training Security Operation Center Analysts (by the Example of Microsoft Windows) International Russian Smart Industry Conference (SmartIndustryCon). 2024. <https://doi.org/10.1109/SmartIndustryCon61328.2024.10515421>

[7] Berdi D., Niyazova G., Bayterekova N., Koshanova G., Usembayeva I. (2024) Digital hygiene skills and cyberbullying reduction: a study among teenagers in Kazakhstan. //International Journal of Evaluation and Research in Education. 2024. №13(6), p.p. 4170–4188. <https://doi.org/10.11591/ijere.v13i6.28418>

[8] Zaurova S.B., Sagimbaeva A.E., Mukataeva ZH.S. (2023) Virtualdy zerthanany bylym беру zhujesynde pajdalanudyn manyzdylygy [The importance of using the virtual laboratory in the education system]. KR Ultyk gylym akademiya Habarshysy. №405 (5), 114-131. <https://doi.org/10.32014/2023.2518-1467.580> (In Kazakh)

[9] Koshanova G., Koshanova M., Abdulatipov A. (2024) Robototekhnikany okytuda virtualdy zerthanalary koldanu mumkyndyktery [Possibilities of using virtual laboratories in teaching robotics]. Abaj atyndagy KazUPU Habarshysy. №3 (87). 249-262. <https://doi.org/10.51889/2959-5894.2024.87.3.021> (In Kazakh)

[10] Niyazova G., Abdrakhmanov R., Adylbekova G., Koshanova G. (2022) Applying augmented and virtual reality in online and offline education. //Journal of Theoretical and Applied Information Technology. №100 (8), 2528-2541.