

УДК 378.147.88(045)

Ворох А.О. кандидат педагогічних наук, доцент

завідувач кафедри загальноінженерних дисциплін,

Навчально-науковий професійно-педагогічний інститут

Української інженерно-педагогічної академії, м. Слов'янськ

ДИДАКТИЧНІ ПРИНЦИПИ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ ВІРТУАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ОПОРУ МАТЕРІАЛІВ

Анотація. Стаття присвячена визначенню дидактичних принципів проведення віртуальних лабораторних робіт під час вивчення дисципліни "Опір матеріалів" інженерами-механіками, як головного фактору при створенні умов для ефективності навчання. При цьому, основну увагу приділено специфічним принципам проектування та організації віртуальних лабораторних робіт і встановленню взаємозв'язків з загальнодидактичними принципами навчання. Проведене дослідження дозволило виявити специфічні принципи проектування та організації віртуальних лабораторних робіт, реалізація яких забезпечить створення умов для ефективного навчання. Серед таких виділено принципи: інтерактивності, реальності результатів, виразності, адаптивності, комфортності, багатоваріантності, циклічності, методичної забезпеченості. Крім цього, встановлено взаємозв'язки специфічних принципів проектування та організації віртуальних лабораторних робіт із загальнодидактичними принципами: свідомості, активності, науковості, систематичності, системності, послідовності, наочності, доступності, оптимізації, зв'язку теорії з практикою, міцності отриманих знань та навичок.

Ключові слова: опір матеріалів, віртуальна лабораторна робота, принципи навчання, інженер-механік, інформаційні технології.

Аннотація. Стаття посвящена определению дидактических принципов проведения виртуальных лабораторных работ во время изучения дисциплины

"Сопротивление материалов" инженерами-механиками, как главного фактора при создании условий для эффективности учебной деятельности. При этом, основное внимание уделено специфическим принципам проектирования и организации виртуальных лабораторных работ и установлению взаимосвязей с общедидактическими принципами обучения. Проведенное исследование позволило выделить специфические принципы проектирования и организации виртуальных лабораторных работ, реализация которых обеспечит создание условий для эффективной учебной деятельности. Среди таких выделены принципы: интерактивности, реальности результатов, выразительности, адаптивности, комфортности, многовариантности, цикличности, методической обеспеченности. Кроме этого, установлены взаимосвязи специфических принципов проектирования и организации виртуальных лабораторных работ с общедидактическими принципами: сознательности, активности, научности, систематичности, системности, последовательности, наглядности, доступности, оптимизации, связи теории с практикой, прочности полученных знаний и навыков.

Ключевые слова: сопротивление материалов, виртуальная лабораторная работа, принципы обучения, инженер-механик, информационные технологии.

Summary. The article is devoted determination of didactic principles of leadthrough of virtual laboratory works during the study of discipline "Resistance of materials" engineers-mechanics, as a main factor at conditioning for efficiency of educational activity. Thus, basic attention is spared specific principles of planning and organization of virtual laboratory works and establishment of intercommunications with in general lines didactics principles of teaching. The conducted research allowed to find out specific principles of planning and organization of virtual laboratory works realization of which will provide conditioning for effective educational activity. Among such the principles are selected: to interactiveness, reality of results, expressiveness, adaptiveness, comfort, multi-variant approach, recurrence, methodical material well-being. Except for it, intercommunications of specific principles of planning and organization of virtual

laboratory works are set with in general lines didactics principles: to consciousness, activity, scientific character, systematic character, system, sequence, evidentness, availability, optimization, to connection of theory with practice, to durability of the got knowledges and skills.

Keywords: resistance of materials, virtual laboratory work, teaching principles, engineer-mechanic, information technologies.

Вступ. Процес інформатизації освіти актуалізує розробку підходів до використання потенціалу інформаційних технологій навчання для формування практичних вмінь та навичок студентів, розвитку їх особистісних якостей, підвищення рівня креативності мислення, формування вмінь пошуку рішення навчальних і практичних завдань, прогнозування результатів реалізації прийнятих рішень на основі моделювання дослідних об'єктів, явищ, процесів та взаємозв'язків між ними. Впровадження сучасних інформаційних технологій набуває особливого значення при підготовці майбутніх інженерів, адже це сприяє вдосконаленню організаційної та змістової структури навчального процесу на заняттях з технічних дисциплін. У складі політехнічної підготовки інженера-механіка фундаментальне значення має дисципліна "Опір матеріалів", під час вивчення якої віртуальні лабораторні роботи відіграють визначальну роль при формуванні професійної готовності інженера до використання отриманих знань під час розв'язання науково-технічних проблем.

Проблемою інформаційних технологій у навчальному процесі сьогодні займається велика кількість педагогів-дослідників. Предметом наукового аналізу стають педагогічні підходи до комп'ютеризації навчального процесу (Б.С.Гершунський, Є.І.Машбиць, І.П.Підласий), концептуальні педагогічні положення про дистанційне навчання (О.О.Андрєєв, В.М.Кухаренко, Є.С.Полат, О.В.Хуторський), психолого-педагогічні проблеми використання комп'ютерів у навчально-виховному процесі (Гж.Кєдрович, Ю.І.Машбиць, В.І.Шандригось), інноваційні засоби, методи і форми організації професійної підготовки майбутніх фахівців у вищій школі (В.І.Бондар, А.О.Вербицький, С.В.Волков, Е.Е. Карпова, Н.В.Кічук, Л.В.Кондрашова, З.Н.Курлянд,

Г.О.Нагорна, О.А.Писаренко, М.І.Приходько, М.М.Солдатенко, С.О.Сисоєва, Р.І.Хмелюк та ін.). Зокрема, проблематикою розробки та застосування віртуальних лабораторних робіт займаються Е.А.Гаджиева, В.П.Миклуш [1], О.Г.Ревинская [2], В.Г.Хромов [3], Є.В.Дозоров [4], В.З.Данчев, Ю.Ю.Завизиступ, А.Ф.Кавтрев, О.Г.Козленко, Б.К.Лаптенков, В.В.Ларионов та ін.

Однак, у роботах названих педагогів-науковців не приділено уваги дослідженню питань ефективності застосування віртуальних лабораторних робіт при вивченні дисципліни "Опір матеріалів" у процесі підготовки інженерів-механіків. Отже, має місце протиріччя між об'єктивною необхідністю визначення умов ефективності застосування віртуальних лабораторних робіт при вивченні дисципліни "Опір матеріалів" інженерами-механіками та недостатністю теоретичних і науково-методичних розробок у цій сфері.

Формулювання мети статті та завдань. Таким чином, метою нашого дослідження є визначення дидактичних принципів проведення віртуальних лабораторних робіт при вивченні дисципліни "Опір матеріалів" інженерами-механіками, як головного фактору при створенні умов для ефективності навчання. При цьому, основну увагу необхідно звернути на специфічні принципи проектування та організації віртуальних лабораторних робіт і встановлення взаємозв'язків із загальнодидактичними принципами навчання.

Виклад основного матеріалу статті. Віртуальні лабораторні роботи – це вид лабораторних занять, сутність яких полягає в заміні реального лабораторного дослідження на математичне моделювання дослідних фізичних процесів із віртуальною взаємодією студента з лабораторним обладнанням. Можливості сучасних імітаційних комп'ютерних моделей створюють абсолютну ілюзію роботи з реальним обладнанням та дозволяють провести всі необхідні виміри. Складовою частиною поняття "віртуальна лабораторія" є поняття "віртуального інструмента" – це набір апаратних і програмних засобів, доданих до звичайного комп'ютера таким чином, що дозволяє студенту

отримати можливість взаємодіяти з комп'ютером як спеціально розробленим для нього електронним приладом. Значна частина віртуального інструмента та віртуальної лабораторії – це ефективний графічний інтерфейс, що забезпечує зручний інтерактивний режим взаємодії студента з комп'ютером у вигляді наочних графічних образів предметної області. Працюючи з віртуальним інструментом через графічний інтерфейс, студент на екрані монітора бачить звичну передню панель, що імітує реальну панель керування потрібного приладу. За допомогою "миші" є можливість імітувати вплив на органи керування (кнопки, перемикачі, регулятори), що намальовані на екрані монітора [5].

Лабораторні роботи є невід'ємною частиною політехнічної підготовки інженера-механіка, які дозволяють забезпечити об'єднання теоретико-методологічних знань і практичних навичок студентів у процесі науково-дослідної діяльності. Лабораторна робота спрямована на отримання навичок практичної діяльності шляхом роботи з матеріальними об'єктами або моделями предметної області дисципліни. Віртуальні лабораторні роботи дозволяють імітувати реальні установки, об'єкти дослідження, умови проведення експерименту. Спеціальне програмне забезпечення віртуально створює умови і вимірювальні прилади, необхідні для реального експерименту, і дозволяє підібрати оптимальні параметри експерименту. Крім цього, забезпечуються умови викладачу для автоматизації підготовки студента до роботи, допуску до проведення експериментів, безпосереднього виконання експерименту, обробки експериментальних даних, оформлення результатів лабораторної роботи, захисту роботи. Віртуальний лабораторний практикум дозволяє варіювати темп самостійної роботи студента, містить моделюючі компоненти для створення віртуальних комплексів обладнання для вивчення різноманітних явищ або процесів у прискореному або уповільненому масштабі часу [3; 4].

На лабораторних заняттях з опору матеріалів кожен студент отримує персональний віртуальний лабораторний стенд, який дозволяє змоделювати достатньо складні пристрої і процеси. Важливо, що віртуальний лабораторний

стенд для моделювання роботи складних приладів, набагато дешевше і наочніше реального лабораторного обладнання, однак при цьому дозволяє аналізувати і видавати зібрану воедино необхідну інформацію. В якості віртуальних лабораторій можна використовувати один і той же комп'ютерний клас для проведення лабораторних робіт з різних загальноінженерних дисциплін, що розв'язує проблему дефіциту навчальних площ і сучасного лабораторного обладнання. Достатньо придбати комп'ютери середнього класу, які будуть слугувати універсальним засобом для проведення різнопланових лабораторних робіт [1; 3].

В основу створення умов для ефективного використання віртуальних лабораторних робіт необхідно покласти принципи, які з однієї сторони окреслюють вимоги, що відповідають будь-якій формі навчання, з іншої сторони — визначають специфіку цієї форми навчання.

Принцип інтерактивності. Саме інтерактивність забезпечує активізацію навчальної діяльності студента, розвиває креативність, самостійність та інші особистісні якості. Для створення відповідних умов віртуальна лабораторія повинна передбачати прикладення студентом переважно розумових зусиль, необхідність аналізувати поточну ситуацію. Студент повинен підготувати та провести експеримент: обрати необхідні об'єкти, прилади, запустити експеримент, виконати певні вимірювання. Для цього віртуальна лабораторія повинна мати набір інструментів, що імітують реальні прилади. При цьому, вплив на ці прилади повинен призводити до видимих змін у моделі, що вивчається (зміна положення окремих частин, показників приладів тощо). Використання приладів дозволить студентові реалізувати свою активну функцію. Таким чином, застосування принципу інтерактивності через вільне і необхідне керування віртуальними приладами сприяє реалізації загальнодидактичних принципів свідомості та активності [2].

Принцип реальності результатів. Параметри моделі та експериментальні данні, що отримують студенти у ході виконання лабораторної роботи, повинні мати реальні фізичні значення і розмірності. Одиниці вимірювання повинні

позначатись на екрані віртуальних приладів у стандартних фізичних позначеннях. Важливого значення має нівелювання впливу технічних характеристик комп'ютера на процес, що досліджується у ході лабораторного експерименту. Тобто, тривалість процесу повинна бути однаковою для різних комп'ютерів і відповідати реальному плину часу. Велике методичне значення має автоматичне блокування можливості активації моделі за певних значень параметрів, при яких протікання явища не можливе. Одночасно, віртуальна модель лабораторної установки не обов'язково повинна відповідати реально існуючим. Бажано, щоб були реалізовані окремі функції, яких немає в реальних установках, але є бажаними. Це сприятиме розвитку творчих здібностей майбутніх інженерів і вчених. Таким чином, принцип реальності результатів сприяє реалізації загальнодидактичних принципів: науковості, систематичності і послідовності.

Принцип виразності. Необхідно максимально використовувати графічні можливості сучасної комп'ютерної техніки так, щоб зорові образи віртуальної лабораторії якомога більше були наближені до образів реального світу. Це знижує рівень умовностей сприйняття процесів, що моделюються на комп'ютері, і дозволяє позбавитись тривалих словесних пояснень більшості фізичних явищ. Досягти подібного ефекту дозволяють психологічно грамотно підібрані кольорові рішення, що забезпечує акцентування уваги студента на певних деталях. При цьому необхідно не допустити надмірного виділення другорядних особливостей моделі.

Не меншого значення у досягненні виразності має просторова компоновка об'єктів віртуальної лабораторії. Для цього зорові образи моделі необхідно робити максимально крупними, щоб студент мав змогу розгледіти її ключові фізичні особливості. Найбільш методично ефективним є розміщення в одному робочому просторі зорових образів моделі разом з інструментами для виміру її параметрів. Просторове розміщення віртуальних інструментів на екрані повинно відповідати логіці моделі та методиці дослідження. Так, якщо модель складається з декількох об'єктів, то поруч необхідно розташовувати

параметри, що відносяться до одного об'єкту, і виконувати їх в одній кольоровій гамі. Одночасно, якщо методика дослідження передбачає певну послідовність варіювання параметрів, то їх необхідно розташовувати на екрані або зліва на право, або зверху вниз. Фіксовані параметри моделі також повинні відображатись на екрані.

Для розвитку взаємопов'язаного сприйняття дослідної моделі з відповідною графічною залежністю бажана автоматична побудова інформативного графіку паралельно з виконанням експерименту. Це сприятиме розвитку вміння читати студентами графіки. Наприклад, при дослідженні сталевого зразка на розрив бажана паралельна побудова діаграми розтягу.

Невід'ємною складовою деяких фізичних моделей є звук. Звуковий супровід віртуальної лабораторної роботи повинен носити не розважальний, а дидактично обґрунтований характер. Можливі короткочасні звукові ефекти для привертання уваги студентів до найбільш важливих моментів дослідження (наприклад, руйнування зразка). Занадто велика кількість звуків дратує і відволікає від сутності проблеми. Також необхідно враховувати форму навчання студентів, на яких розрахована віртуальна лабораторія. Так, для очної форми, коли заняття проходять в одному комп'ютерному класі, застосування звукових ефектів не є доцільним. Однак, для дистанційної (заочної) форми, коли заняття проходять в домашніх умовах, методично обумовлені звукові ефекти є вкрай бажаними. Таким чином, принцип виразності сприяє реалізації загальнодидактичних принципів наочності, доступності та оптимізації навчання.

Принцип адаптивності. Враховуючи індивідуальні психологічні відмінності студентів, не можливо вимагати від усіх виконання лабораторної роботи у строго заданій послідовності. Враховуючи загальні методичні вказівки з виконання лабораторної роботи, студент не має бути обмеженим в деталях, а, навпаки, повинен мати можливість налаштовувати умови експерименту і послідовність виконання роботи у довільному порядку. Це надасть йому змогу будувати свою власну траєкторію дослідження моделі. Обмеження вважаються

доцільними, якщо вони спрямовані на збереження цілісності програмного продукту та дослідної фізичної моделі. Такий підхід дозволяє стимулювати розвиток творчого мислення студентів.

Для реалізації даного принципу необхідно передбачити можливість незалежної зміни параметрів моделі у будь-якій послідовності. Ці зміни повинні супроводжуватись адекватними, з фізичної точки зору, змінами візуальної моделі. Робота усіх віртуальних приладів і відображення стану моделі на екрані повинні бути синхронізованими. Педагогічна ефективність віртуальної лабораторії значно знижується, якщо спочатку задаються усі параметри, і тільки потім вони застосовуються до моделі. Такий підхід позбавляє студента можливості самоконтролю, натомість, сприяє несвідомому, механічному виконанню лабораторної роботи за інструкцією. Тому зміна кожного окремого параметру повинна відразу (синхронно) візуально відбиватись на стані моделі. Таким чином, принцип адаптивності сприяє реалізації загальнодидактичних принципів доступності та оптимізації навчання.

Принцип комфортності. Важливо створити умови, коли під час взаємодії з віртуальною лабораторією студент побачить фізичні явища і не сприйматиме виконання лабораторної роботи як роботу на комп'ютері. Для цього необхідно розробити такий інтерфейс і спосіб взаємодії з програмою, щоб на адаптацію у студента уходило якомога менше часу. Для досягнення бажаного результату необхідно використовувати інтерфейс найбільш розповсюджених стандартних Windows-програм. В результаті, студенти будуть бачити знайомі елементи управління і розуміти, як ними користуватись. Увага перемикнеться з вивчення структури віртуальної лабораторії на вивчення фізичних явищ або процесів. Таким чином, принцип комфортності сприяє реалізації загальнодидактичних принципів доступності та оптимізації навчання.

Принцип багатоваріантності. Реальні фізичні явища та їх моделі характеризуються деяким набором актуальних параметрів. Вивчення явища або моделі відбувається шляхом фіксування одних параметрів та варіювання інших. Значення фіксованих параметрів не є єдино можливими. Бажано підібрати

декілька наборів фіксованих параметрів, не порушуючи фізичної цілісності даної моделі. Такий підхід забезпечить багатоваріантність початкових даних. Розділення параметрів на фіксовані та варіативні є умовним і залежить від мети дослідження. За умов іншої постановки задачі фіксовані та варіативні параметри можуть помінятися місцями. Наприклад, під час дослідження сталюї балки на вигин за одних умов фіксованими параметрами можуть бути геометричні характеристики балки (форма та розміри поперечного перерізу), а варіативними – силові фактори (величини зовнішніх сил). За інших умов фіксованими можна зробити силові фактори, а варіативними – геометричні характеристики.

В умовах реальної лабораторії, як правило, вдається реалізувати обмежену кількість варіантів, що обумовлено технічними та фінансовими можливостями навчального закладу. Натомість, застосування віртуальної лабораторії надає змогу студентам значно розширити уявлення щодо області і меж застосування даної моделі, а також умов, за яких подібний експеримент може бути реалізований. Цей принцип дає значно більше можливостей для узагальнення та переносу отриманих результатів на реальні фізичні явища. Таким чином, принцип багатоваріантності сприяє реалізації загальнодидактичних принципів зв'язку теорії з практикою, можливості переходу від приватного до загального.

Принцип циклічності. Для забезпечення можливості закріплення надбаних студентами навичок віртуальна лабораторія повинна містити цикли робіт, де вивчаються близькі за структурою та змістом моделі. В опорі матеріалів в рамках одного циклу, наприклад, можуть розглядатись наступні лабораторні роботи: розтяг металевого зразка; стиск металевого зразка; визначення модуля пружності першого роду та коефіцієнту Пуассона. При цьому в різних лабораторних роботах одного циклу будуть вивчатись окремі аспекти однієї моделі. Сукупність даних аспектів можна представити у вигляді узагальненої моделі або у вигляді сукупності приватних моделей. Для забезпечення цілісного сприйняття певного циклу віртуальних лабораторних

робіт необхідно забезпечити однаковість їх інтерфейсу і принципів взаємодії. Таким чином, принцип циклічності допомагає реалізувати загальнодидактичні принципи науковості, систематичності та послідовності.

Принцип методичної забезпеченості. Віртуальні лабораторні роботи повинні бути забезпечені методичними посібниками. Зміст посібника не повинен бути перевантажений додатковою інформацією у порівнянні зі змістом лекцій з дисципліни. Це оказує негативний вплив на цілісність сприйняття дослідного процесу, ускладнює виконання і розуміння лабораторної роботи. Разом з тим, зайва схематичність посібника не дозволить студентам самостійно засвоїти навчальний матеріал.

Методичний посібник до віртуальної лабораторної роботи повинен містити: мету роботи, теоретичний матеріал, вивід робочих формул, опис установки, порядок виконання роботи, контрольні запитання для самоперевірки. Теоретичний матеріал, у свою чергу, повинен містити визначення усіх базових термінів і законів, необхідних для виконання роботи, докладний опис принципів побудови фізичної та математичної моделей, необхідні випадки розв'язання математичної моделі і обговорення результатів моделювання, область застосування і обмежень даної моделі. Ілюстрації та позначення, застосовані у посібнику, повинні відповідати віртуальній лабораторній роботі. Таким чином, принцип методичної забезпеченості спонукає до реалізації загальнодидактичних принципів доступності та оптимізації навчання, міцності отриманих знань та навичок [2, с. 90-105].

Висновки. Таким чином, проведені дослідження дозволили виявити специфічні принципи проектування та організації віртуальних лабораторних робіт, реалізація яких забезпечить створення умов для ефективного навчання. До таких принципів віднесено: принципи інтерактивності, реальності результатів, виразності, адаптивності, комфортності, багатоваріантності, циклічності, методичної забезпеченості. Крім цього, встановлено взаємозв'язки специфічних принципів проектування та організації віртуальних лабораторних робіт із загальнодидактичними (принципи свідомості, активності, науковості,

систематичності, системності, послідовності, наочності, доступності, оптимізації, зв'язку теорії з практикою, міцності отриманих знань та навичок).

Серед подальших пошуків у дослідній області можна виділити дослідження раціональної структури та особливостей проектування віртуальних лабораторних робіт, методики проведення занять з опору матеріалів на базі віртуальної лабораторії тощо.

Література:

1. Миклуш В.П. Особенности применения виртуального лабораторного практикума в курсе «Механика материалов» : материалы II Международной заочной научно-практической конференции ["Инновационные процессы и корпоративное управление"], (Минск, 15-30 марта 2010 г.) [Электронный ресурс]. — Режим доступа : http://www.sbmt.bsu.by/Data_RUS/ContBlocks/01109/Miklush.pdf (21.01.14). — Назва з екрану.

2. Ревинская О.Г. Методика проектирования и проведения компьютерных лабораторных работ для изучения теоретических моделей явлений и процессов в курсе общей физики технического ВУЗа : дис. ... кандидата пед. наук : 13.00.02 / Ревинская Ольга Геннадиевна. — Томск, 2006. — 229 с.

3. Хромов В.Г. Совершенствование методики проведения лабораторных занятий по курсу "Сопротивление материалов" / В.Г.Хромов, В.В.Леонтьев, И.В.Хромов // Вісник СевДТУ. Вип. 96: Педагогіка: зб. наук. пр. — Севастополь: Вид-во СевНТУ, 2009. – С. 115–117.

4. Дозоров Е.В. Виртуальный лабораторный практикум как одна из эффективных форм урока в инновационной школе : материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием ["Организация довузовской подготовки в условиях проведения единого государственного экзамена"], (Омск, 27 апреля 2012 г.) [Электронный ресурс]. — Режим доступа : http://www.ped55.ru/conf/april_12/06.html (21.01.14). — Назва з екрану.

5. Виртуальные лаборатории [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://www.znannya.org/?view=cognitive-resource-2-2-3-4> (18.01.14). — Назва з екрану.

References:

1. Myklush V.P. Osobennosti prymeneniya vyrtual'noho laboratornoho praktykuma v kurse «Mekhanyka materyalov» : materyaly II Mezhdunarodnoy zaочноy nauchno-praktycheskoy konferentsyy ["Ynnovatsyonnye protsessy y korporatyvnoye upravlenye"], (Mynsk, 15-30 marta 2010 h.) [Elektronnyy resurs]. — Rezhym dostupu : http://www.sbmt.bsu.by/Data_RUS/ContBlocks/01109/Miklush.pdf (21.01.14). — Nazva z ekranu.

2. Revynskaya O.H. Metodyka proektyrovaniya y provedeniya komp'yuternykh laboratornykh rabot dlya yzucheniya teoreticheskyykh modeley yavleniy y protsessov v kurse obshchey fizyky tekhnicheskoho VUZa : dys. ... kandydata ped. nauk : 13.00.02 / Revynskaya Ol'ga Hennadyevna. — Tomsk, 2006. — 229 s.

3. Khromov V.H. Sovershenstvovanye metodyky provedeniya laboratornykh zanyatyy po kursu "Soprotivlenye materyalov" / V.H.Khromov, V.V.Leont'ev, Y.V.Khromov // Visnyk SevDTU. Vyp. 96: Pedagogika: zb. nauk. pr. — Sevastopol': Vyd-vo SevNTU, 2009. — S. 115–117.

4. Dozorov E.V. Vyrtual'nyy laboratornyy praktykum kak odna yz effektivnykh form uroka v ynnovatsyonnoy shkole : materyaly III Vserossiyskoy nauchno-praktycheskoy konferentsyy s mezhdunarodnym uchastyem ["Orhanyzatsyya dovuzovskoy podgotovky v uslovyakh provedeniya edynoho gosudarstvennoho ekzamena"], (Omsk, 27 aprelya 2012 h.) [Elektronnyy resurs]. — Rezhym dostupu : http://www.ped55.ru/conf/april_12/06.html (21.01.14). — Nazva z ekranu.

5. Vyrtual'nyye laboratoryy [Elektronnyy resurs]. — Rezhym dostupu : <http://www.znannya.org/?view=cognitive-resource-2-2-3-4> (18.01.14). — Nazva z ekranu.