

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Електронної та біомедичної інженерії  
(повна назва)

Кафедра Мікроелектроніки, електронних приладів та пристроїв  
(повна назва)

**АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА**  
**Пояснювальна записка**

другий (магістерський)  
(рівень вищої освіти)

(позначення документа)  
Віртуальна науково-дослідницька лабораторія збудження та поширення  
електромагнітних хвиль у різних середовищах  
(тема)

Виконав:  
студент 6 курсу, групи ЕПІм-19

Волошин Роман Миколайович  
(прізвище, ініціали)

Спеціальність 171 – «Електроніка»  
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Електронні прилади та пристрої  
( повна назва освітньої програми)

Керівник доц. каф. МЕЕПП Фролова Т. І  
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(прізвище, ініціали)

2020 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Електронної та біомедичної інженерії

Кафедра Мікроелектроніки, електронних приладів та пристроїв

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 171 – «Електроніка»  
(код і повна назва)

Тип програми освітньо-професійна  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Електронні прилади та пристрої  
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**  
НА АТЕСТАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові Волошина Романа Миколайовича  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Віртуальна науково-дослідницька лабораторія збудження та поширення електромагнітних хвиль у різних середовищах.  
затверджена наказом по університету від 06.11 2020 р. № 1561 Ст
2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 20 р.
3. Вихідні дані до роботи Розробка і створення віртуального інструментарію для проведення досліджень з визначення параметрів електромагнітної хвилі на прикладі прямокутного хвилевода. Прямокутний хвилевід з вхідними параметрами: ширина  $a = 72$  мм, висота  $b = 34$  мм, робоча частота  $f = 2,45$  ГГц, вхідна потужність  $P = 900$  Вт. Розрахунки проводяться для двох типів хвиль E і H.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі \_\_\_\_\_
  1. Аналіз сучасних віртуальних інструментів для створення науково-дослідницьких лабораторій з метою використання в дистанційному навчанні
  2. Розробка і створення математичної моделі для визначення параметрів збудження та поширення електромагнітних хвиль у різних середовищах
  3. Опис інтерфейсу віртуального стенда лабораторії

4. Висновки

---

---

---

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (слайдів)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Інформаційно-тематичний пошук та огляд літературних джерел сучасних віртуальних інструментів		Виконано
2	Розробка і створення математичної моделі для визначення параметрів збудження та поширення електромагнітних хвиль у різних середовищах		Виконано
3	Опис інтерфейсу віртуального стенда лабораторії		Виконано
4	Оформлення пояснювальної записки		Виконано
5	Оформлення графічних та демонстраційних матеріалів		Виконано
6	Проходження нормоконтролю і отримання рецензії		Виконано
7	Підготовка та захист атестаційної роботи		Виконано

Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ доц. каф. МЕЕПІ Фролова Т.І  
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка атестаційної роботи магістра містить: 52 с., 8 рис., 2 табл., 22 джерел.

### ВІРТУАЛЬНА НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКА ЛАБОРАТОРІЯ, ЕЛЕКТРОННЕ НАВЧАННЯ

Об'єктом дослідження є освітні віртуальні технології і способи їх створення та реалізації віртуального стенда для обчислення параметрів прямокутного хвилеводу

Предмет дослідження – збудження та поширення електромагнітних хвиль у різних середовищах.

Мета роботи – створення віртуального інструментарію в середовищі Labview для дослідження різних типів хвиль у прямокутному хвилеводі.

Метод дослідження – аналіз літератури, аналіз подібних конструкцій, комп'ютерне моделювання та проектування.

У дипломному проекті синтезовано віртуальний стенд у середовищі LabView, який дає можливість провести імітаційне моделювання для визначення параметрів електромагнітної хвилі в прямокутному хвилеводі.

## ABSTRACT

The explanatory note of the master's attestation work contains: 52 pages, 8 figures, 2 table, 22 sources.

### VIRTUAL RESEARCH LABORATORY, E-LEARNING

The object of research is educational virtual technologies and methods of their creation and implementation of a virtual stand for calculating the parameters of a rectangular waveguide

The subject of research is the excitation and propagation of electromagnetic waves in different media.

The purpose of the work is to create virtual tools in the Labview environment for the study of different types of waves in a rectangular waveguide.

Research method - literature analysis, analysis of similar structures, computer modeling and design.

The diploma project synthesizes a virtual stand in the LabView environment, which allows to conduct simulation to determine the parameters of the electromagnetic wave in a rectangular waveguide.

## ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ	8
ВСТУП	9
1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ВІРТУАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИХ ЛАБОРАТОРІЙ З МЕТОЮ ВИКОРИСТАННЯ В ДИСТАНЦІЙНОМУ НАВЧАННІ	10
1.1 Огляд віртуальних стендів на базі NI LabView для використання у дистанційному навчанні	10
1.2 HTML5+API як фундамент сучасного віртуального середовища	15
1.3 Огляд програмного забезпечення для дистанційної освіти, середа Moodle як пиклад	19
1.4 Інструментарій для розробки освітніх електронних ресурсів	20
1.5 Платформа «Віртуальна академія» – один із інструментів віртуальної освіти	24
1.6 Сучасні інструменти розробки віртуального середовища: Unity3D, Unreal Engine	27
2 РОЗРОБКА І СТВОРЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗБУДЖЕННЯ ТА ПОШИРЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ХВИЛЬ У РІЗНИХ СЕРЕДОВИЩАХ	32
2.1 Віртуальний інструментарій для дослідження хвилеводу прямокутного перетину	32
3 Опис інтерфейсу віртуального стенда лабораторії	39

3.1	Синтез віртуального стенда для обчислення параметрів прямокутного хвилеводу.	39
	ВИСНОВКИ	43
	ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	45
	ДОДАТОК А	
	ДОДАТОК Б	

## СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

API – Application programming interface;

SDK – Software development kit — набір засобів розробки;

IEEE – Institute of electrical and electronics engineers – інститут інженерів з електроніки та електротехніки;

OSI – Базова еталонна модель взаємодії відкритих систем, open systems interconnection;

ВОС – Віртуальне освітнє середовище;

ЕОС – Електронне освітнє середовище;

ЕОР – Електронні освітні ресурси;

HTML – Hyper text markup language – гіпертекстова мова розмітки;

JS – Javascript – скриптова мова програмування;

MXML – Macromedia extensible markup language – розширювана мова розмітки від macromedia;

OLED – Органічний світлодіод – organic light emitting diode;

HDMI – High definition multimedia interface – інтерфейс та кабель для передачі цифрових відео та аудіо даних;

CPU – Центральний процесор, цп, англ. Central processing unit

XML – extensible markup language – розширювана мова розмітки.

## ВСТУП

Нова стаття студентів, глобальна конкуренція у вищій освіті, розвиток електронного навчання - все це веде до зміни парадигми освіти, нового розуміння того, як люди можуть і повинні вчитися. Неформальна освіта, яку люди отримують поза інституційними структурами, використовуючи відкриті освітні ресурси (ОРЕ) та платформи електронного навчання, набуває все більшого значення. Це призводить до нового розуміння ролі університетської освіти та включає такі очікування: - освіту можна буде отримати не тільки у університетах, а й у професійних віртуальних співтовариствах;

- освіту можна буде отримати не тільки у університетах, а й у професійних віртуальних співтовариствах;

- зміниться й парадигма того, як люди можуть навчатися;

- освіта не повинна бути зацикленою тільки на тестах та контрольних роботах;

- замість змагальності в новій парадигмі освіти повинна бути дуже висока ступінь співпраці;

- навчання повинно бути побудовано навколо студента з посиленням ролі зворотного зв'язку з викладачем;

- все більше освітніх інновацій пов'язують з edutainment - використанням ігрових (розважальних) технологій в освітньому процесі.

Метаю роботи – створення віртуального інструментарію в середовищі Labview для дослідження різних типів хвиль у прямокутному хвилеводі.

Дослідження є доцільним оскільки все більш актуальним стає неформальна освіта, яку люди отримують поза інституціональних структур, використовуючи відкриті освітні ресурси (ВОР) та платформи електронного навчання. Це призводить до нового розуміння ролі університетської освіти.

# 1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ВІРТУАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИХ ЛАБОРАТОРІЙ З МЕТОЮ ВИКОРИСТАННЯ В ДИСТАНЦІЙНОМУ НАВЧАННІ

## 1.1 Огляд віртуальних стендів на базі NI LabView для використання у дистанційному навчанні

В останні роки дистанційне навчання сильно розвинулось у вищій освіті. Основною перешкодою на шляху використання дистанційної форми при підготовці технічних коледжів та технічних та середніх технічних спеціальностей вищих навчальних закладів є неможливість віддалених лабораторних практикумів на основі традиційних прийомів навчання та застарілих приладів. Успішний розвиток віртуальних вимірювальних приладів та сучасних телекомунікаційних технологій дозволяє ефективно впроваджувати дистанційне навчання практично з будь-якої географічної точки.

Оскільки загальнотехнічні дисципліни є базисом для переважної більшості подальших спеціальних дисциплін, то в багатьох учбових закладах йде невиправдане дублювання лабораторних практикумів при їх слабкому технічному і методичному забезпеченні. Розрізнене доведення їх в кожному окремому учбовому закладі до сучасного рівня та поточна підтримка вимагає величезних матеріальних витрат.

Навчання кваліфікованих інженерів неможливе без сучасної лабораторної підтримки, де студенти могли б не лише зміцнити теоретичні знання, а й набути практичних навичок в результаті дослідницьких або виробничих експериментів, навичок проектування та випробування компонентів та систем промислового використання. Будь-яка лабораторна

стійка складається з двох основних компонентів - об'єкта дослідження або проектування та набору вимірювальних та контрольних приладів.

Сучасний лабораторний стенд повинен містити у собі комп'ютер з відповідним програмним забезпеченням для обробки одержуваних даних і автоматизації процесу досліджень, а також деяке допоміжне устаткування і доступні навчально-методичні матеріали (рис. 1.2).



Рисунок 1.1 – Структурна схема лабораторного стенда

Залежно від дисципліни, що вивчається, змінюється об'єкт, може також змінюватися і приладове забезпечення стенда. При цьому в загальній вартості технічних засобів лабораторного стенда вартість вимірювального устаткування зазвичай є визначною, а обслуговування парку вимірювальних приладів і об'єктів, що вивчаються, вельми трудомістким. Можливості ефективного розв'язання задачі створення сучасної лабораторної бази надають технології віртуальних інструментів National Instruments, за допомогою яких можна розробляти учбові лабораторії в трьох варіантах:

- на основі автономних лабораторних стендів;
- на основі локальної мережі з одним лабораторним сервером;
- Web-лабораторії з віддаленим доступом.

Перший варіант – кожне робоче місце є комплектом з об'єкта досліджень, комп'ютера з вбудованим багатофункціональним модулем вводу-виводу, на основі якого в середовищі проектування LabVIEW

створюються різноманітні вимірювальні та керувальні пристрої, моделюються різні об'єкти і процеси.

Це корисно, якщо експерименти з об'єктом вимагають тривалого і постійного спостереження. Створення лабораторних стелажів за допомогою технології віртуального оснащення пропонує кілька незаперечних переваг перед традиційним підходом, який зосереджений на застосуванні автономних вимірювальних приладів та приладів:

- створювані лабораторні стенди і практикуми набувають якостей сучасних універсальних комп'ютеризованих робочих місць, що легко піддаються модернізації і перепрофілюванню;

- з'являються передумови для уніфікації складу лабораторного устаткування і програмного забезпечення;

- забезпечується можливість урізноманітнювати та ускладнювати завдання;

- створюються передумови для зменшення часу на виконання складніших завдань;

- з'являється можливість уніфікувати робочі програми і навчально-методичне забезпечення зі споріднених дисциплін на різних кафедрах і факультетах;

- зменшуються витрати на оновлення лабораторної бази;

- спрощується і здешевлюється обслуговування.

Однак часто предметом дослідження або дослідження є унікальний фізичний, механічний або інший об'єкт, який в принципі неможливий на кожному робочому місці або неприйнятний з економічних причин. У таких випадках використовується інший варіант - лабораторія використовує один екземпляр об'єкта та сервер з модулем вводу-виводу. Серверне програмне забезпечення організовує формування необхідних дій на об'єкт, вимірює та контролює його реакції, отримує та обслуговує завдання від замовників (лабораторні робочі станції).

Для отримання відповідних експериментальних даних, обробки, візуалізації та реєстрації на кожній робочій станції буде встановлений лише комп'ютер із програмним забезпеченням для управління серверними засобами та лабораторним обладнанням. Такий підхід до створення лабораторій ефективний при роботі з відносно простими об'єктами, і очевидно, що низка вищезазначених переваг вдосконалюється, а крім того, створюються нові позитивні риси:

- значно зменшуються витрати на створення лабораторної бази – одного об'єкта і одного сервера з одним комплектом технічних засобів досить для функціонування лабораторії, що складається з десятка робочих місць;

- додатково знижуються витрати на обслуговування;

- з'являється можливість створення лабораторних практикумів з унікальним за технічними характеристиками устаткуванням, призначеним для проведення експериментів із складними, практично нереальними для тиражування об'єктами.

Третій варіант – Web-лабораторії з віддаленим доступом – реалізуються шляхом доопрацювання програмного забезпечення лабораторії з одним лабораторним сервером.

Тут можливо набуття принципово нових властивостей:

- один сервер цілодобово працюючої віртуальної лабораторії (24 години на добу, включаючи вихідні дні) обслуговує велику кількість учбових груп факультету, ВУЗу і навіть декількох вузів, зокрема – що знаходяться в різних містах;

- з'являється можливість виключити дублювання в розробці навчально-методичних матеріалів на різних кафедрах, факультетах і в університетах;

– створюються унікальні умови для активізації самостійної роботи студентів з дорогим устаткуванням – виконувати завдання можна в будь-який слухний для них час з будь-якого місця (навіть вночі з удома);

– може бути змінена форма проведення лабораторних занять – студенти витрачають на виконання завдань стільки часу, скільки кожному з них необхідно, залежно від рівня знань і навичок;

– викладачі звільняються від рутинної роботи, можуть зосередитися на творчій інтерпретації методик, індивідуалізації завдань з урахуванням наявного досвіду викладання, здібностей і навичок студентів.

Слід зазначити, що майбутній інженер буде вивчати теорію і практику галузей техніки в процесі навчання. Студент набуває практичних знань та навичок на візуальному рівні (моделі, відділи, зразки обладнання та ін.) В основному під час завершення лабораторного практикуму, під час якого формується наочне (практичне) мислення інженера. Лекції та семінари повинні забезпечувати формування та розвиток абстрактного технічного мислення.

Як зазначалося вище, (лабораторна) основа університетської лабораторії є досить консервативною через матеріали та часові обмеження, тому вона не встигає стежити за швидким розвитком технологій і неминуче застаріває.

А в змінних ринкових умовах, в яких мережа спеціальностей і спеціалізацій повинна швидко і безперервно адаптуватися до запитів промисловості, реальна матеріальна база ВУЗу не в змозі підтримувати учбовий процес на належному рівні.

У нинішньому економічному кліматі ці фактори ще більш різкі. Слід також зазначити, що затримка матеріальної бази в життєвих потребах є не лише університетською проблемою, а й загальною проблемою у промисловості та для різних організацій та компаній, які беруть участь у розробці нових технологій.

Сучасні віртуальні інформаційні технології можуть суттєво зменшити цей розрив та заощадити значні фінансові ресурси без шкоди для якості освіти. Основою цих методів у навчальному процесі є заміна складних і дорогих реальних зразків, пристроїв, явищ тощо на їх віртуальне еквівалентне програмне забезпечення. Дослідження причинно-наслідкових зв'язків пристроїв та систем, процесів вимірювання, аналізів, моделювання та проектування (синтезу) проводиться у відповідному віртуальному середовищі, створеному за допомогою інтегрованого набору інструментів.

У сучасній світовій університетській практиці спостерігається стійка тенденція до просування віртуальних технологій, яка зростає в навчальному процесі. Зокрема, віртуальні вимірювальні прилади (віртуальні осцилографи, генератори, аналізатори спектра тощо) широко використовуються у навчально-дослідних лабораторіях Французького університету для вивчення реальних процесів. Така ж ситуація, але набагато більших масштабів, відбувається в американських та російських школах.

Але, зауважимо, що не слід цілком відмовлятися від традиційних засобів вимірювань, а лише необхідно активно використовувати комп'ютерні моделі засобів вимірювань, вимірювальних процесів і процедур.

## 1.2 HTML5+API як фундамент сучасного віртуального середовища

Сучасні інформаційні технології створили штучне середовище, яке, в свою чергу, має регіональні та часові переваги перед інформаційними системами, які затопили кіберпростір набагато раніше. Аналіз цього середовища виявляє його масштаби та віртуальний характер, які порушують нормальне цілісне існування людини. Однак зазначається, що окрім технічної сторони комп'ютерів, віртуальна реальність відображає і культурну сторону, яка нерозривно пов'язана зі створенням нового культурного простору, новими формами взаємодії між людьми та творчою сутністю проявів. У

сучасних умовах будь-яка форма культури включає віртуальний образ, який є лідером у своєму середовищі. У той же час віртуальна культура базується на діях, які поглинаються глибшим залученням людини у свій простір, що в свою чергу призводить до зміни віртуальної реальності та втрати світової об'єктивності. Вам потрібно посилення, яке гарантує його взаємодію з масовим користувачем, щоб повністю досягти віртуального простору, тобто зробити його загальнодоступним.

Такою ланкою в сучасному світі є веб-технології



Рисунок 1.2 – Зображення сторінки з веб-технологіями

Поняття мережевих технологій з'явилося нещодавно. Сьогодні багато користувачів розуміють веб-дизайн просто як візуальний дизайн сторінок сайту, що впливає на його зовнішнє сприйняття. Насправді, це, перш за все, питання оптимальної структури, зручності використання та найбільш зручного розташування вмісту. І з цієї точки зору стає зрозумілим, що веб-технологія багато в чому є логікою надання інформації, яка впливає на ефективність сайту безліч параметрів. Веб-дизайн є частиною "гуманізації" технічного віртуального простору. Є кілька етапів її формування.

Сучасний віртуальний простір вбирає в себе величезну кількість інформації, саме на сторінках Інтернет публікуються журнали і книги, збираються бібліотеки і проводяться виставки і конференції. Встановлені в різних містах світу відеокамери дозволяють транслювати події і передавати фотозображення різних об'єктів. Будь-яка людина, перебуваючи в будь-якій точці світу, що має доступ до Інтернету, може звертатися до інформаційних

ресурсів рідною мовою, переглядати журнали, читати книги і слухати новини улюбленої радіостанції.

Як правило, веб-сайти повинні бути інтерактивними, тобто вони повинні включати елементи інтерфейсу користувача, які реагують на дії відвідувачів, не обмежуючись лише клацанням на посилання.

Найчастіше використовуються т. Зв Прокручується, тобто зміна зовнішнього вигляду елементів сторінки, над якими наводить курсор миші (наприклад, кнопка, що змінює колір курсору).

Це можливо за рахунок використання скриптових мов (JavaScript, HTML5). Найважливішим новим інструментом для розширених додатків HTML5 є «полотно» (Canvas) – поверхня для моделювання, де користувач може дати волю своїм побажанням. Полотно є відокремленою від всіх інших елементів HTML, тому що для роботи з ним потрібна мова JavaScript. Іншого способу для креслення фігур або малювання зображень немає. Тобто, полотно, по суті, є засобом програмування, яке дозволяє вийти далеко за межі початкового концепту Інтернету.

На перший погляд, використання полотна може виглядати схоже на додаток MS Paint у вікно браузера. Але якщо заглибитися глибше, ви побачите, що полотно відіграє ключову роль у ряді вдосконалених графічно додатків, включаючи деякі додатки - ігри, інструменти картографії та динамічну графіку, музичні та світлові вистави та емулятори фізичних процесів.

Створення таких додатків без допомоги модулів розширення, таких як Flash або Silverlight було надзвичайно складним завданням. Сьогодні ж полотно раптово робить всі ці додатки можливими.

WebGL (Web Graphics Library) - програмна бібліотека для мови JavaScript призначена для візуалізації інтерактивної тривимірної графіки і двовимірної графіки в межах сумісності веб-браузера без використання плагінів. WebGL приносить в веб тривимірну графіку, вводячи API, який

побудований на основі OpenGL ES 2.0, що дозволяє його використовувати в елементах HTML5.

Ось деякі з його можливостей:

- доавання двомірному контенту в контекст WebGL;
- використання шейдерів для завдання кольору в WebGL;
- пошвавлення об'єктів за допомогою WebGL;
- створення 3D за допомогою WebGL;
- використання текстур WebGL; - Освітлення WebGL;
- анімація текстур WebGL.

Можливості обробки відео в HTML5 поки що обмежені рішенням проблем програмування відеоплеєра і його елементів управління за допомогою Javascript та CSS. спеціальні API для відео поки не розроблені. Є окремі напрацювання. Ця область знаходиться в стадії розвитку.

Одним із популярних способів використання Web-технологій в освіті є квестові Web-тести. Web-тест – це створені за допомогою Web-технологій квестові завдання з метою перевірки набутих знань у студентів. Найкращі веб-тести показують зв'язок з реальним життям, їх можна використовувати в різних дисциплінах чи сферах. Тематика веб-тестів визначається змістом предметної області і відрізняється високим ступенем варіативності.

Використання вебтестів та інших творчих задач у самостійній роботі студентів на основі навчальних ресурсів мережі Інтернет у навчанні конкретних дисциплін вимагає певного компетентного інформаційного формування. Більшість студентів вільно застосовують веб-технології в навчально-пізнавальній та творчій діяльності.

Використання web-тестів в самостійній роботі студентів сприяє: підвищенню мотивації до застосування сучасних засобів ІКТ як в індивідуальній, так і в колективній формі навчально-пізнавальної та творчої діяльності; формування загальнокультурних та загальнопрофесійних компетенцій; розвиток творчих здібностей; формування умінь працювати в

команді при виконанні творчих завдань та ін. Здатність до самоорганізації і самоосвіти.

### 1.3 Огляд програмного забезпечення для дистанційної освіти, середа Moodle як пиклад

Важливим компонентом для середовища дистанційної освіти є система управління навчанням (Learning Management System, LMS). В якості такої системи було обрано LMS Moodle, що представляє собою безкоштовну платформу електронного навчання з відкритими вихідними кодами.

Не дивлячись на те, що система Moodle є вільно розповсюджуваною, вона також є тотожною за функціональними можливостями з відомими комерційними аналогами, а за деякими параметрами навіть перевершує їх. Відкритість вихідного коду системи Moodle дозволила успішно інтегрувати її з іншими інформаційними системами та сервісами Електронного кампуса, а її модульна структура - створити додаткові модулі, що дозволили більш повно адаптувати дану систему до конкретних особливостей реалізації електронного навчання в університеті.

В системі Moodle викладачі можуть розробляти електронні навчальні курси, які вирішують наступні завдання:

- передача студентам навчальної інформації у вигляді тексту, презентацій, мультимедіа, гіперпосилань на ресурси мережі Інтернет;
- закріплення і перевірка знань за допомогою тестів та інтерактивних завдань різних типів;
- взаємодія студентів між собою і з викладачем за допомогою вебінарів, форумів і чатів;
- спільна навчальна і науково-дослідна робота студентів в ході виконання навчальних проектів через вбудовані механізми вікі, семінарів і форумів;

- контроль навчальної діяльності студентів завдяки розвиненій системі аналізу результатів виконання тестів і протоколювання дій користувачів.

#### 1.4 Інструментарій для розробки освітніх електронних ресурсів

Розробка мультимедійних ЕОР (електронно-освітніх ресурсів) та інтерактивних курсів з дисциплін навчальних закладів у сучасному освітньому середовищі є вимогою часу. Електронні освітні ресурси та електронні навчальні матеріали являють собою інформацію (документи) в електронному вигляді, зручному для використання в навчальному процесі. Для їх створення використовуються спеціальні інструменти.

Чим більше функціональних можливостей мають ці інструменти для розробки електронних освітніх ресурсів, тим більш наочними і ефективними будуть створені з їх допомогою курси.

Для вибору інструментарію для розробки ЕОР і ЕНМ було проведено порівняльний аналіз аналогічних програмних продуктів: «Courselab», «Articulate Storyline», «Adobe Captivate», «iSpring Suite» і «Xerte Online Toolkits».

У таблиці 1 представлені функціональні можливості і системні вимоги інструментаріїв для розробки електронних освітніх ресурсів.

Таблиця 1 - Функціональні можливості програмних продуктів

Інструменти Функціональні можливості	Courselab	Articulate Storyline	Adobe Captivate	iSpring Suite	Xerte Online Toolkits
Інтеграція з ЕОС	+	+	+	+	+
Drag and Drop інтерфейс	+	+	+	+	+
Підтримка декількох мов	+	+	+	+	+
Інструменти малювання графічних об'єктів	+	+	+	+	+
Інструменти малювання та редагування таблиць	+	+	+	+	+
Метод розробки – послайдовий принцип формування	+	+	+	+	+
Метод розробки – часовий хронометраж	-	-	+	+	-
Підтримка сумісної розробки	-	-	+	-	+

Продовження таблиці 1 - Функціональні можливості програмних продуктів

Імпорт контенту (PowerPoint, Word, Pdf)	+	+	+	+	+
Наявність редактора формул	+	+	+	+	-
Створення таблиць	+	+	+	+	+
Графіка	+	+	+	+	+
Відео	+	+	+	+	+
Аудіо	+	+	+	+	+
Можливість реалізувати меню змісту курсу	+	+	+	+	+
Тип платформи інструмента	Win/Mac	Win/Mac	Win/Mac	Win	Web
Поточна версія	2.7	2	8	7	2.1

Мінімальні системні вимоги					
Процесор	1ГГц (32-bit/64-bit)	1ГГц (32-bit/64-bit)	1ГГц (32-bit/64-bit)	1ГГц ((32-bit/64-bit)	-
ОЗП	512 МБ	512 МБ	2 ГБ	1024 МБ	-
Вільний дисковий простір	80 МБ	670 МБ	3 ГБ	500 МБ	-
Операційна система	Windows 2000 та вище, Mac OS X 10.6.8 та вище	Windows XP та вище, Mac OS X 10.6.8 та вище	Windows 7 та вище, Mac OS X 10.7 та вище	Windows XP та вище	-

Проаналізувавши таблицю 1, можна зробити висновок, що оптимальним інструментом може стати Xerte Online Toolkits. В основному це завдяки таким критеріям як ціна і системні вимоги. Для розробки електронних освітніх ресурсів за допомогою інструментарію Xerte Online Toolkits не потрібна установка програми на комп'ютер користувача, даний продукт є вільно поширюваним інструментарієм.

Розглянуті програмні засоби являють собою потужні редактори, що вимагають для повноцінного використання покупки повних версій продуктів, установки самої програми і додаткових модулів на комп'ютери користувачів. Ліцензійні версії цих продуктів мають досить високу вартість, не мають можливості надбудови або доопрацювання програмних модулів, так само не всі мають російськомовне управління користувача або навчальних уроків.

Інструментарій Xerte Online Toolkits (приклад програми показано на рис.1.3) дозволяє вирішувати ті ж завдання що і пропрієтарні інструментарії, але при цьому є можливість доопрацювання і адаптації програмного забезпечення до потреб певних користувачів, створення електронних освітніх ресурсів через браузер і не має щодо установки на комп'ютер. Цей редактор не поступається по мультимедійності і інтерактивності створюваних проєктів багатьом комерційним програмним засобам.

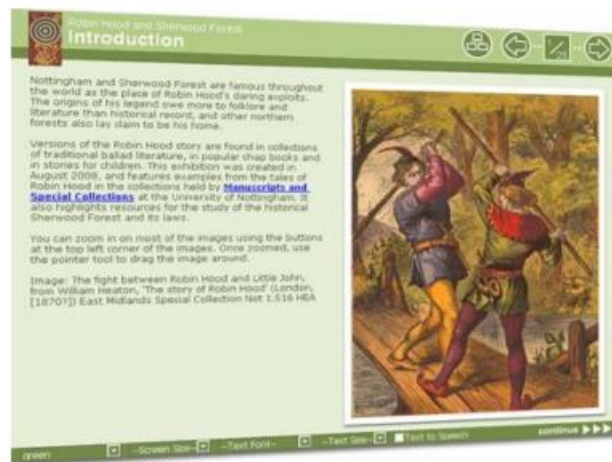


Рисунок 1.3 – Приклад програми Xerte Online Toolkits

У його особливості також входить можливість створення більш 50 різних типів мультимедійних слайдів, інтеграція з ЕОС Moodle, можливість розробників ЕОР спільно працювати над проєктами. Інструментарій Xerte Online Toolkits є крос платформних рішенням і не прив'язаний ні до конкретної операційної системи, ні до конкретного Web-браузеру.

Серед вільно розповсюджуваних програмних забезпечень для розробки електронних ресурсів з відкритим вихідним кодом Xerte Online Toolkits має великий інтерес, адже це показало вивчення інформаційних ресурсів інтернету присвячених електронному навчанню. Навколо даного програмного забезпечення сформувалося активне міжнародне мережеве співтовариство розробників і користувачів, які обмінюються досвідом роботи, обговорюють проблеми, діляться результатами.

### 1.5 Платформа «Віртуальна академія» - один із інструментів віртуальної освіти

Одним із програмних засобів для створення освітнього навчального процесу також є платформа «Віртуальна академія» (vAcademia).



Рисунок 1.4 – Приклад віртуального уроку в середовищі vAcademia

Віртуальна академія – це освітня платформа, що надає послуги, за допомогою яких викладач чи студент може проводити або відвідувати навчальні курси, наради, презентації, тренінги для груп від одного до декількох десятків користувачів одночасно.

Віртуальна академія надає якісно новий підхід до навчання у віртуальних світах. Використання web-технологій в поєднанні з можливостями віртуального світу дозволяє створювати інтерактивний освітній контент, доступний всім користувачам Інтернету. Ідея створення vAcademia почалася зі створення подібного освітнього середовища – «Second Life».

Починаючи з 2005 року, коледжі та університети почали цікавитись можливостями навчання, що пропонуються 3D-віртуальним світом. Програма «Second Life» була ефективним навчальним посібником, оскільки вона забезпечувала соціальну віртуальну платформу, в якій можна пробувати ролеві ігри, симуляції, дослідження та експерименти в умовах без ризику. Але, мабуть, її найпопулярнішою перевагою «Second Life» була можливість надання учням взаємодії з людьми в усьому світі.

Проте, згодом у програмі «Second Life» користувачі виявили декілька значних недоліків:

- громіздкість платформи;
- створення та занурення у 3D-середовище було досить складним та вимагало багато часу;
- низький рівень захисту від кібератак.

Тому, було вирішено створити нове освітнє віртуальне середовище можливістю легко отримати доступ до зручного, віртуального, занурюючого простору, присвяченого вищій освіті. Віртуальна академія (vAcademia) – платформа, орієнтована саме на освіту та навчання. Цей новий ресурс дозволяє проводити поточні заняття, зустрічі або живі лекції чи презентації у віртуальному просторі. Будь-які заняття у vAcademia можуть проводитися в режимі реального часу або одночасно записуватися та надаватися студентам пізніше. Навчальні заняття vAcademia доступні 24 години на добу, сім днів на тиждень. vAcademia – це також чудовий ресурс для співпраці.

vAcademia – це освітній віртуальний світ. У віртуальному світі навчальна аудиторія виглядає як звичайна реальна аудиторія, студенти та викладачі присутні на занятті у вигляді тривимірних персонажів – аватарів, а віртуальне заняття схоже на традиційне. В освітньому віртуальному світі vAcademia можливо проводити різноманітні заняття: лекції, семінари, практики, рольові ігри, симуляції.

З цією метою забезпечується різноманітний навчальний інструментарій для викладання і організації спільної навчальної діяльності. Головною перевагою vAcademia є можливість віртуального створення та запису занять, таким чином, нового типу електронного контенту для дистанційного навчання.

Платформа дозволяє викладачам проводити заняття зі своїми студентами, організовуючи процес додаткового або дистанційного навчання. Всі заняття можуть бути записані в 3D і використовуватися в подальшому для перегляду студентами. Встановлення vAcademia на сервери дає можливість використовувати потенціал віртуального світу без обмежень, як за кількістю занять, так і за сферами застосування.

Для ВНЗ пропонуються такі послуги:

- інтеграція vAcademia з системою Moodle університету;
- розробка та підтримка віртуального представництва ВНЗ в vAcademia;
- проведення конференцій в 3D та/або змішаному форматі;
- розробка навчальних тренажерів;
- навчання співробітників університету роботі в vAcademia.

Інтеграція vAcademia в систему LMS дає можливість поєднувати усталені способи дистанційного навчання з інноваційним підходом навчання у віртуальному світі, планувати і організовувати процес навчання. Також, середовище може бути налаштованою особисто кожним користувачем за допомогою мови програмування VJavascript.

Віртуальне представництво являє собою точну копію будівлі або приміщень університету у віртуальному світі, що дозволяє студентам або співробітникам навчатися в звичній для них обстановці. Практика показує, що викладачі та студенти вважають за краще заняття в аудиторіях свого навчального закладу, нехай і віртуальних.

У віртуальному представництві університету може вести свою роботу приймальна комісія, в звичному для абітурієнтів ігровому середовищі пояснюючи переваги навчання саме в цьому університеті, підкреслюючи сучасність вузу і його готовність застосовувати інноваційні засоби навчання. Проведення конференцій змішаної реальності в vAcademia дозволяє організовувати заходи для віддалених учасників як в 3D-форматі, так і в популярному в західних університетах форматі змішаної реальності, коли одночасно в конференції беруть участь як кілька аудиторій з живими учасниками, так і безліч віддалених учасників, які використовують vAcademia вдома.

Такий формат конференцій неможливо організувати за допомогою відеозв'язку або вебінарів. Навчальні тренажери і симуляції дозволяють реалізувати підходи активної навчальної діяльності та ефективно навчати студентів або співробітників необхідним компетенцій, навичок і умінь.

## 1.6 Сучасні інструменти розробки віртуального середовища: Unity3D, Unreal Engine

Сьогодні Unity слугує активним елементом для розробки об'єктів віртуальної та доповненої реальності. Зараз навіть існує багато відеоуроків в інтернеті як навчитись працювати в Unity та створювати ігри та додатки під технології віртуальної реальності.

Unity – це мульти-платформний інструмент для розробки двох- і тривимірних додатків та ігор, що працює під операційними системами Windows і OS X.

Основною концепцією Unity3D є використання в сцені легко керованих об'єктів, які, в свою чергу, складаються з безлічі компонентів. Створення окремих ігрових об'єктів і подальше розширення їх функціональності за допомогою додавання різних компонентів дозволяє нескінченно удосконалювати і ускладнювати проект. Вплив компонента на поведінку або стан того чи іншого об'єкта в сцені (властивості компонента) визначається за допомогою змінних компонента.

Ресурси (Assets) проекту – це будівельні/складові блоки всіх проектів Unity, в якості яких можуть бути використані файли зображень (текстур), 3Dмоделей, звукові файли, які будуть використовуватися при створенні в якості ресурсів.

Тому в будь-якій папці проекту Unity завжди існує підкаталог з ім'ям Assets, де зберігаються всі файли ресурсів. Коли деякий ресурс (наприклад, геометрична 3D-модель) використовується в сцені гри, він стає в термінології Unity ігровим об'єктом (Game Object). Всі ці об'єкти спочатку мають хоча б один компонент, що задає його положення в сцені і можливі перетворення (компонент Transform).

Змінні компонента Transform визначає положення (position), поворот (rotation) і масштаб (scale) об'єкта в його локальної декартової прямокутної системі координат X, Y, Z.

Наявність змінних у кожного компонента обумовлює можливість звернення до них з відповідної програми (скрипта). Компоненти (components) в Unity3D мають різне призначення: вони можуть впливати на поведінку, зовнішній вигляд і багато інших функцій об'єктів, до яких прикріплюються (attaching). Unity надає безліч компонентів різного призначення.

Для забезпечення інтерактивності різних 3D-додатків в Unity3D використовуються скрипти, які також розглядаються середовищем як компоненти. Крім JavaScript, Unity3d також надає можливість використовувати для написання скриптів мови C# і Boo (похідний від мови Python). Для написання скриптів можна скористатися вбудованим редактором Unity3d MonoDevelop.



Рисунок 1.5 – Інтерфейс програми Unity3D

Unreal Engine – програма для створення віртуальних об’єктів, що розробляється і підтримується компанією Epic Games.

Написана на мові C ++, програма дозволяє створювати віртуальні об’єкти для більшості операційних систем і платформ: Microsoft Windows, Linux, Mac OS і Mac OS X; консолей Xbox, Xbox 360, Xbox One, PlayStation 2, PS3, PlayStation 4, PSP, PS Vita, Wii, Dreamcast, GameCube і ін., а також на різних портативних пристроях, наприклад, пристроях Apple (iPad, iPhone), керованих системою iOS і інших.

Для спрощення портування програма використовує модульну систему залежних компонентів; підтримує різні системи рендеринга (Direct3D, OpenGL, Pixomatic; в ранніх версіях: Glide, S3, PowerVR), відтворення звуку (EAX, OpenAL, DirectSound3D; раніше: A3D), засоби голосового відтворення

тексту, розпізнавання мови), модулі для роботи з мережею та підтримуваних пристроїв введення

На даний момент функціонально UE, завдяки Blueprints (візуальне програмування), потужному редактору матеріалів та штучному інтелекту, попереду своїх конкурентів.

У інших програм немає можливості використовувати зручне візуальне програмування, що сильно скорочує витрати часу. Постійно додаються нові параметри, ком'юніті створює власні блюпрінти, які безборонно можна використовувати. А якщо цього недостатньо, то за допомогою C++ можна зробити все, що завгодно. Є модуль для додавання Шарпа, що полегшує перехід Unity-розробників.

Завдяки тому, що Unreal Engine 4 є двигуном для створення різних віртуальних об'єктів, його можна використовувати в самих різних цілях. Наприклад, у сфері освіти як особистого помічника в розвитку розумових здібностей.

У майбутньому ця програма допоможе дуже багатьом, в тому числі юному поколінню. Звичайно, не варто розглядати UE4 як набір кнопок «зробити все добре». Інструмент дуже потужний з вражаючим функціоналом, тому вивчити всі і відразу теж не вийде.

Висновки до розділу.

У даному розділі було визначено та досліджено програмне забезпечення для створення і реалізації віртуального освітнього середовища(лабораторії). Фундаментом сучасного віртуального середовища є HTML5+API.

З'ясовано, що важливим компонентом для середовища дистанційної освіти є система управління навчанням (Learning Management System, LMS). Найбільш поширеною системою LMS є Moodle, що представляє собою безкоштовну платформу електронного навчання з відкритими вихідними кодами.

Проаналізовано сучасні інструменти розробки віртуального середовища Unity3D, Unreal Engine. Основною концепцією Unity3D є використання в сцені легко керованих об'єктів, які, в свою чергу, складаються з великої кількості компонентів. Створення окремих ігрових об'єктів і подальше їх розширення їх функціональності за допомогою додавання різних компонентів дозволяє нескінченно удосконалювати і ускладнювати проект.

## 2 РОЗРОБКА І СТВОРЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗБУДЖЕННЯ ТА ПОШИРЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ХВИЛЬ У РІЗНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

### 2.1 Віртуальний інструментарій для дослідження хвилеводу прямокутного перетину

Прямокутний хвилевід є одним із найбільш поширених типів лінії передачі в міліметровому, сантиметровому і в короткохвильовій частині дециметрового діапазону. Він дає можливість передавати досить значні рівні потужності з малим загасанням, є широкосмуговим і механічно міцним.

У навчальному процесі для визначення параметрів хвилеводів прямокутного перетину традиційно використовуються фізичні стенди, що складаються з генератора хитної частоти типів Я2Р-74 ( $f = 0,01-2$  ГГц), Я2Р-75 ( $f = 2- 8,3$  ГГц) або Я2Р-76 ( $f = 8,15-18$  ГГц), індикатора КСХН і послаблень Я2Р-70, а також комплекту кабелів і направлених розгалужень відповідного діапазону частот.

Електричні схеми приладів побудовано з використанням мікропроцесорів, що дає можливість використовувати прилади в складі автоматизованих вимірювальних систем через канал загального користування. Проте за допомогою такого обладнання можна розглядати поширення лише хвилі основного типу Н10 і не вдається врахувати різноманіття вищих типів хвиль Е і Н типів. Режим роботи лінії передачі характеризується рядом параметрів, які в процесі її експлуатації підлягають контролю і підтримуються в певних межах шляхом передбачених регулювань.

Для дослідження хвиль у прямокутному хвилеводі з навчальною метою часто цілком достатньо імітаційної комп'ютерної моделі, яка може замінити цілий комплекс кошовної апаратури. Крім того, віртуальні інструменти дають змогу організувати дистанційне навчання, яке було неможливе при

використанні традиційної лабораторної бази.

Тому створення віртуального стенда в середовищі LabView і дослідження за його допомогою параметрів прямокутного хвилеводу є актуальною задачею. В роботі розглянуто різні варіанти реалізації віртуальної установки в середовищі LabView для дослідження параметрів хвилеводу. В цій роботі пропонується розширити функціональні можливості віртуального стенда, а саме збільшити кількість вимірюваних параметрів за рахунок отримання нових і використання додаткових математичних моделей.

Цілком очевидно, що віртуальний експеримент не може повністю замінити фізичний, але для навчальних цілей він може мати ряд переваг:

- наочна візуалізація результатів експерименту, що сприяє більш повному розумінню досліджуваного фізичного явища;
- досягається потрібний рівень безпеки при проведенні експерименту, оскільки НВЧ випромінювання є потенційно небезпечним і може потребувати додаткових заходів захисту від нього;
- загальна доступність віртуальних ресурсів при дистанційному навчанні.

Метою роботи є створення віртуального інструментарію в середовищі Labview для дослідження різних типів хвиль у прямокутному хвилеводі на основі використання відомих та отримання нових математичних моделей, для організації дистанційного навчання з дисципліни «Технічна електродинаміка».

Припускаємо, що синтезований віртуальний стенд у середовищі LabView дасть можливість за заданими вхідними параметрами розраховувати вихідні для хвиль E і H типів з довільним сполученням індексів. Як вхідні параметри використовуються такі: «індекс m», «індекси n», «Ширина хвилеводу a, мм», «Висота хвилеводу b, мм», «Робоча частота, ГГц», «Довжина хвилеводу, см», «Коефіцієнт згасання, дБ/м», «Вхідна потужність, Вт».

Розрахунки можуть проводитись для двох типів хвиль: електричних E і магнітних H. Вихідними параметрами стенда є: «Критична довжина хвилі,

мм», «Критична частота, ГГц», «Довжина хвилі в хвилеводі, мм», «Відносна фазова швидкість», «Втрати в хвилеводі, Дб», «Коефіцієнт корисної дії, %», «Характеристичний опір, Ом», «Коефіцієнт відбиття», «Вихідна потужність, Вт», «Потужність втрат, Вт».

Вибір математичних моделей і створення субВІ для обчислення параметрів прямокутного хвилеводу. Для створення віртуального стенда необхідно вибрати математичні моделі, які зв'язують задані вхідні і вихідні параметри.

Розглянемо синтез п'яти субВІ (допоміжних віртуальних інструментів), які дадуть змогу обчислювати:

- критичну довжину хвилі  $(\lambda_{кр})_{mn}$  (або критичну частоту  $(f_{кр})_{mn}$  )

$$(\lambda_{кр})_{mn} = \frac{2}{\sqrt{\left(\frac{m}{a}\right)^2 + \left(\frac{n}{b}\right)^2}}, \quad (2.1)$$

де  $a, b$  – лінійні розміри хвилеводу;

$m, n$  – кількість стоячих напівхвиль, що укладаються уздовж координат  $x$  та  $y$  відповідно;

- відносну фазову швидкість  $V_{\phi} / C$  і довжину хвилі у хвилеводі  $\lambda_{хв}$  :

$$\frac{V_{\phi}}{C} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu - (\lambda / \lambda_{кр})^2}}, \quad (2.2)$$

де  $C$  – швидкість світла у вакуумі;

$\epsilon, \mu$ , – діелектрична і магнітна проникності середовища,

$$\lambda_{хв} = \frac{V_{\phi}}{f} = \frac{\lambda}{\sqrt{\epsilon\mu - (\lambda / \lambda_{кр})^2}}; \quad (2.3)$$

- втрати в лінії передач  $L$  ,  
 вихідну потужність  $P_{вих}$  ,  
 потужність втрат  $P_{втрат}$  і коефіцієнт корисної дії  $\eta$ :

$$L = 101g \frac{P_{вх}}{P_{вих}} \cong 8,68a1, \quad (2.4)$$

де  $\alpha$  – стала згасання;

$l$  – довжина лінії передач

$$P_{вих} = P_{вх} e^{-2a1}, \quad (2.5)$$

$$P_{втрат} = P_{вх} - P_{вих}, \quad (2.6)$$

$$\eta = \frac{P_{вих}}{P_{вх}}; \quad (2.7)$$

- хвильовий опір хвилеводу  $Z_c$  і коефіцієнт відбиття при відкритому кінці хвилеводу  $\Gamma$  :

$$Z_{cE} = Z_0 \sqrt{1 - (\lambda / \lambda_{кр})^2}, \quad (2.8)$$

$$Z_{cH} = \frac{Z_0}{\sqrt{1 - (\lambda / \lambda_{кр})^2}}, \quad (2.9)$$

де  $Z_0 \cong 377$  Ом – характеристичний опір вакууму.

У загальному випадку коефіцієнт відбиття може бути виражений через характеристичний опір розглянутої лінії  $Z_c$  й опір навантаження  $Z_H$  :

$$|\Gamma| = \left| \frac{Z_H - Z_c}{Z_H + Z_c} \right|; \quad (2.10)$$

- пробивну потужність хвилеводу  $P_{проб}$

$$P = \frac{1}{2} \int_0^a \int_0^b (\mathbf{E}_x \mathbf{H}_y^* - \mathbf{E}_y \mathbf{H}_x^*) dx dy. \quad (2.11)$$

У рівнянні (11) використовуються вирази складових полів біжучої хвилі типу  $E_{mn}$ ,  $H_{mn}$ .

Можна показати, що після громіздких розрахунків рівняння для визначення пробивної потужності при хвилі типу  $E_{mn}$  набуває вигляду:

$$\begin{aligned} (P_{проб1})_{E_{mn}} &= \frac{E_{проб}^2 V_{\phi} \varepsilon \varepsilon_0 a^2}{8m^2} \left( \frac{b}{a} m^2 + \frac{a}{b} n^2 \right), \\ (P_{проб2})_{E_{mn}} &= \frac{E_{проб}^2 V_{\phi} \varepsilon \varepsilon_0 b^2}{8n^2} \left( \frac{b}{a} m^2 + \frac{a}{b} n^2 \right). \end{aligned} \quad (2.12)$$

Експериментально встановлено, що при нормальному атмосферному тиску для сухого повітря пробивна напруженість електричного поля  $E_{проб}$  в діапазоні сантиметрових хвиль має порядок 30 кВ/см .

При різних значеннях геометричних розмірів хвилеводу  $a \times b$  і сполученнях індексів  $m, n$  можливі різні співвідношення між потужностями, що описуються виразом (12). З двох отриманих значень потрібно обирати менше, оскільки воно вказує на величину потужності, при якій вже може настати електричний пробій по відповідній стінці хвилеводу.

Аналогічно до виразу (12) було отримано розрахункове рівняння для визначення пробивної потужності при поширенні хвилі типу  $H_{mn}$

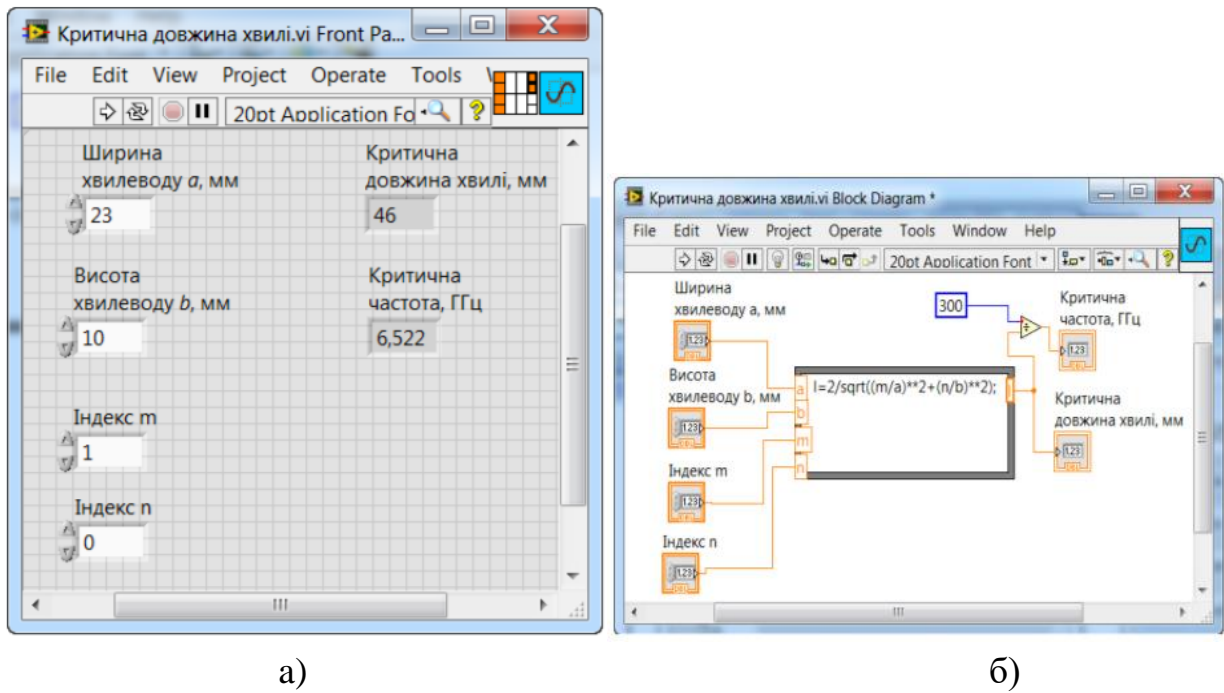
$$\begin{aligned} (P_{проб1})_{H_{mn}} &= \frac{E_{проб}^2 b^2}{8n^2 V_{\phi} \mu \mu_0} \left( \frac{a}{b} n^2 + \frac{b}{a} m^2 \right), \\ (P_{проб2})_{H_{mn}} &= \frac{E_{проб}^2 a^2}{8n^2 V_{\phi} \mu \mu_0} \left( \frac{a}{b} n^2 + \frac{b}{a} m^2 \right). \end{aligned} \quad (2.13)$$

Як і для хвилі  $E_{mn}$ , при різних значеннях геометричних розмірів хвилеводу  $a \times b$  і різних сполученнях індексів  $m, n$  можливі різні співвідношення між потужностями, що описуються виразом (2.13).

У випадку, якщо один із індексів у позначенні типу хвилі нульовий, то величина пробивної потужності має один варіант розрахунку. Якщо обидва індекси відмінні від нуля, то з двох отриманих значень потрібно обирати те,

яке менше.

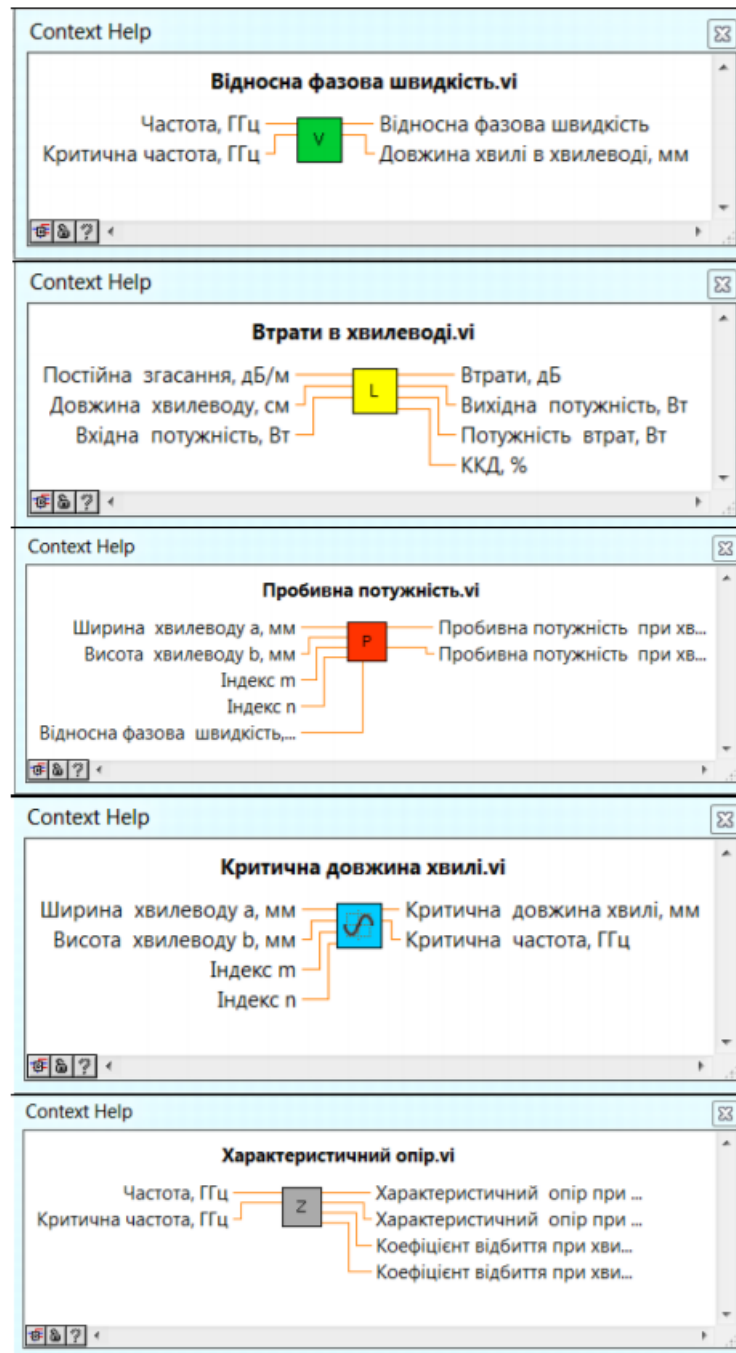
Для структуризації програми підготуємо ряд допоміжних віртуальних інструментів, використовуючи вирази (2.1)-(2.13). Приклад реалізації субВІ «Критична довжина хвиля» з використанням формульного вузла зображено на рисунку 1. Іконки субВІ та назви їх входів та виходів наведено в таблиці 2.



а) і блок-схема ;б) субВІ «Критична довжина хвилі»

Рисунок 2.1 – Лицьова панель

Таблиця 2 – Допоміжні прилади (субВІ)



### 3 ОПИС ІНТЕРФЕЙСУ ВІРТУАЛЬНОГО СТЕНДА ЛАБОРАТОРІЇ

#### 3.1 Синтез віртуального стенда для обчислення параметрів прямокутного хвилеводу

На загальній схемі буде видно тільки іконки субВІ, яким ми дали характерне забарвлення і малюнки.

У випадку, якщо згодом виникне потреба визначати ще один із параметрів, то можна буде швидко додати відповідний субВІ, не змінюючи схему в цілому.

Для того щоб віртуальна установка працювала в двох режимах, даючи можливість визначати параметри хвилеводу при поширенні різних типів хвиль, створюємо перемикач режимів (рисунок 3.2). Для забезпечення роботи в двох режимах помістимо у вікно блок-схеми два елементи структури Structure  $\Rightarrow$  Case Structure (рисунок 3).

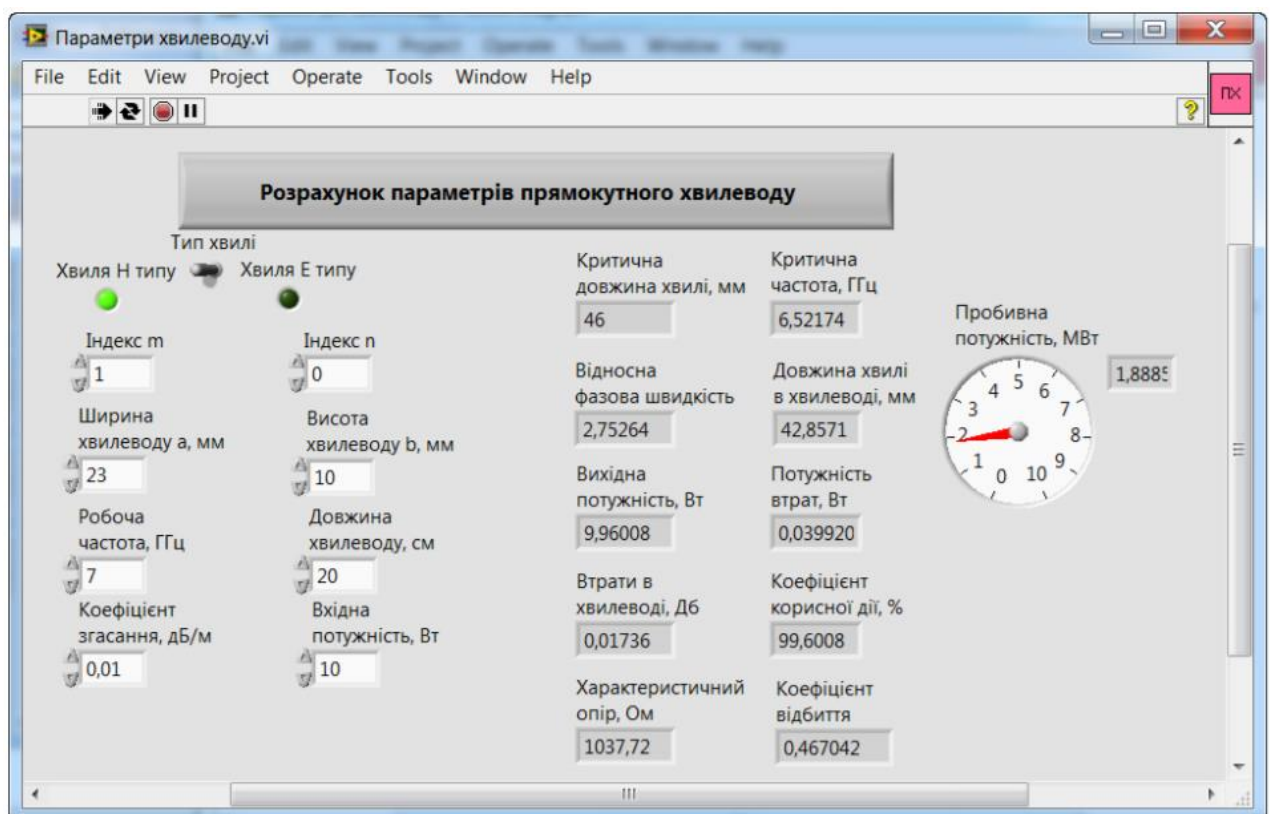


Рисунок 3.2 – Лицьова панель ВІ «Параметри прямокутного хвилеводу»

При поширенні хвиль Е і Н типів частина вихідних параметрів буде однаковою, а три параметри (характеристичний опір, коефіцієнт відбиття і пробивна потужність) можуть відрізнятися. Яка з двох сторінок кожної структури виконуватиметься, залежить від положення перемикача режимів «Тип хвилі». Для цього термінал перемикача підключаємо до терміналу вибору на лівій стороні рамки кожної структури.

До терміналу перемикача підключаємо світлодіод «Хвиля Е типу» і через оператор логічного заперечення Not світлодіод «Хвиля Н типу». При перемиканні світитиметься діод режиму і виконуватиметься програма з відповідної сторінки структури Case. При значенні «True» на терміналі вибору виконується розрахунок параметрів хвилеводу при поширенні хвилі Е типу.

При значенні «False» на терміналі вибору виконується розрахунок параметрів хвилеводу при поширенні хвилі Н типу. Вікно з відповідними структурами Case зображено на рисунку 3.3. Розглянемо роботу структури Case при визначенні пробивної потужності. Для визначення величини пробивної потужності при різних типах хвилі було синтезовано субВІ «Пробивна потужність». З палітри Functions вибираємо Select a VI.

З вікна, що відкрилося, поміщаємо у вікно структури Case структурної схеми створений субВІ. При значенні «True» на терміналі вибору вихідним параметром буде лише «Пробивна потужність при хвилях Е», а інший сигнал «Пробивна потужність при хвилях Н» не задіюється. Проте при значенні «False» на термінал вибору подається другий параметр, а перший не використовується.

Аналогічно працюватиме структура Case при визначенні характеристичного опору і коефіцієнта відбиття. Відмінність полягає в тому, що робота в структурі Case здійснюється з субВІ «Характеристичний опір». Для визначення решти параметрів хвилеводу скористаємося субВІ,

описаними в таблиці 2. З палітри Functions вибираємо Select a VI і розміщуємо субВІ між регуляторами й індикаторами. Термінали регуляторів, субВІ та індикаторів сполучаємо відповідно до схеми (рисунок 3.3).

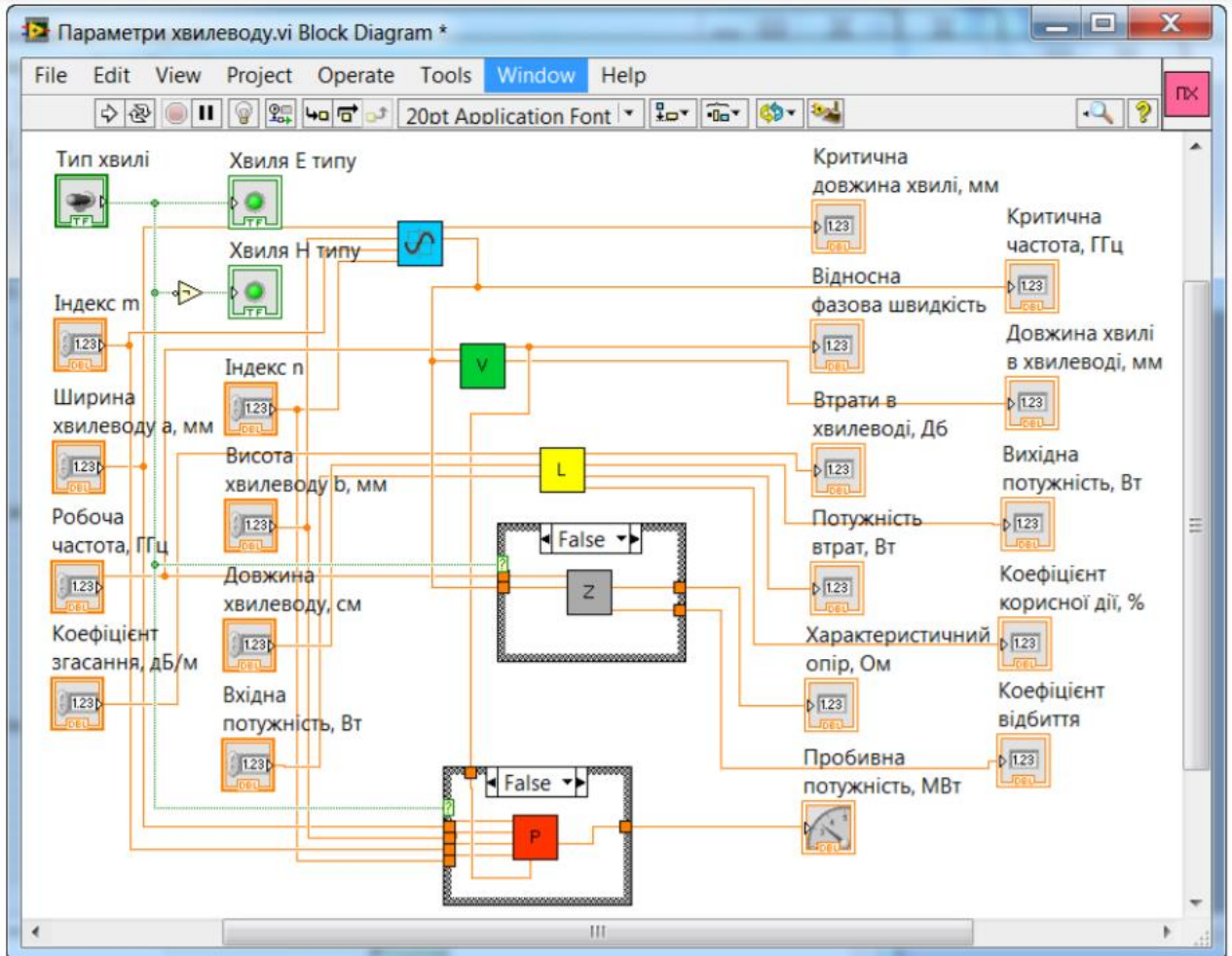


Рисунок 3.3 – Блок-схема ВІ «Параметри хвильоводу» при поширенні хвилі Н типу

. Синтезований віртуальний стенд є зручним інструментальним засобом для дослідження параметрів і характеристик прямокутного хвильоводу і при використанні його в навчальному процесі сприятиме покращенню розуміння фізичних процесів, що відбуваються при поширенні хвиль Е і Н типів у хвильоводі.

Цією програмою дуже зручно виконувати розрахунки для конкретних задач, а саме для розрахунку параметрів хвильоводу для різних типів хвиль. Крім того, є ще одна суттєва перевага – невеликі матеріальні та часові затрати при роботі з програмою. Запропоновані математичні моделі для

розрахунку пробивної потужності дають можливість здійснити оптимальний вибір типу хвилі за зазначеним критерієм. Використання сучасних технологій віртуальних приладів надає переваги представленій розробці при організації дистанційного навчання.

## ВИСНОВКИ

У даній атестаційній роботі було визначено та досліджено програмне забезпечення для створення і реалізації віртуального освітнього середовища(лабораторії). Фундаментом сучасного віртуального середовища є HTML5+API.

З'ясовано, що важливим компонентом для середовища дистанційної освіти є система управління навчанням (Learning Management System, LMS). Найбільш поширеною системою LMS є Moodle, що представляє собою безкоштовну платформу електронного навчання з відкритими вихідними кодами.

Проаналізовано сучасні інструменти розробки віртуального середовища Unity3D, Unreal Engine. Основною концепцією Unity3D є використання в сцені легко керованих об'єктів, які, в свою чергу, складаються з великої кількості компонентів. Створення окремих ігрових об'єктів і подальше їх розширення функціональності за допомогою додавання різних компонентів дозволяє нескінченно удосконалювати і ускладнювати проект.

Створений та синтезований віртуальний стенд який є зручним інструментальним засобом для дослідження параметрів і характеристик прямокутного хвилеводу і при використанні його в навчальному процесі сприятиме покращенню розуміння фізичних процесів, що відбуваються при поширенні хвиль E і H типів у хвилеводі.

Цією програмою дуже зручно виконувати розрахунки для конкретних задач, а саме для розрахунку параметрів хвилеводу для різних типів хвиль. Крім того, є ще одна суттєва перевага – невеликі матеріальні та часові затрати при роботі з програмою. Запропоновані математичні моделі для розрахунку пробивної потужності дають можливість здійснити оптимальний вибір типу хвилі за зазначеним критерієм. Використання сучасних технологій

віртуальних приладів надає переваги представленій розробці при організації дистанційного навчання.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Лопатина, Т.М. Так ли безопасны компьютерные игры? /Т.М. Лопатина //Высшее образование сегодня. 2006. - №9. - С. 34-37.
2. Википедия: свободная энциклопедия URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Представление\\_знаний](https://ru.wikipedia.org/wiki/Представление_знаний)
3. Анализ данных и процессов: учеб. пособие для вузов / А. А. Барсегян, М. С. Куприянов, И. И. Холод [и др.]. - СПб.: БХВ-Петербург, 2009. - 512 с.
4. Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project
5. Википедия: свободная энциклопедия URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Индустрия\\_компьютерных\\_игр](https://ru.wikipedia.org/wiki/Индустрия_компьютерных_игр)
6. SUPERDATA: аналитическая компания URL: <https://www.superdataresearch.com>
7. Википедия: свободная энциклопедия URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Игры\\_для\\_социальных\\_сетей](https://ru.wikipedia.org/wiki/Игры_для_социальных_сетей)
8. Grand Theft Auto V - Rockstar Games URL: [www.rockstargames.com/v/order](http://www.rockstargames.com/v/order)
9. Сервіс для створення інтерактивної бази даних Inforapid Knowledge Data Base Builder URL: <https://inforapid.org/>
10. Карева, Г.В. Компьютерные игры как средство развития гностических способностей студентов в ВУЗе / Г.В. Карева // Вестник Брянского государственного технического университета. - 2008. - №4. - С.149-155.
11. Муравьева, Г.Е. Проектирование технологий обучения / Г.Е. Муравьева // Вестник Брянского государственного технического университета. - 2008. - №4. - С.149-155.
12. Дуолинго: самоучитель иностранных URL: <https://ru.duolingo.com>
13. Плюсы и минусы дистанционного образования URL: <http://moeobrazovanie.ru>
14. Виртуальная академия URL: <http://vacademia.com/site/info>

15. DevBy: аналитическая ИТ компания URL: <https://dev.by/lenta/main/top12-yazykov-programmirovaniya-dlya-novichkov-v-2015-godu>
16. Маккоу, А. Веб-приложения на JavaScript / Алекс Маккоу - СПб.: Питер, 2012. - 288 с.
17. Гаврилова, Т.А., Хорошевский, В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. - СПб: Питер, 2000. - 384 с.
18. Мобильная разработка с Corona SDK URL: <https://habrahabr.ru/post/134480>
19. Википедия: свободная энциклопедия URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Construct\\_2](https://ru.wikipedia.org/wiki/Construct_2)
20. Макаров, А.С., Лисовский, К.Ю. Базы данных. Введение в теорию и методологию: Учебник - М.: Финансы и статистика, 2004. - 512 с. 22. Дейт, К. Дж. Введение в системы баз данных / К. Дж. Дейт - М.: Издательский дом "Вильямс", 2001. - 1072 с.
21. Чуприна А.А., Фролова Т.И. Применение умных технологий для тепличных комплексов на основе платформы ARDUINO, Матеріали 22-го Міжнародного молодіжного форуму "Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті", 17-19 квітня 2018 р., Зб. Матеріалів форуму. Том 5. Конференція "Віртуальний та фізичний комп'ютинг". – Харків: ХНУРЕ. 2018 . – С. 244-245.
22. Maksimov I.S., Churyumov G.I., Frolova T.I., Smol'yanov V.V. The concept of simulation results display in the research activities and distance education // Сб. науч. трудов ВИРТ-2002. – С. 267-272.