

**МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА
УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



Бацуровська І. В., Самойленко О.М.

**Теоретичні основи застосування технології
дистанційного навчання у фаховій підготовці майбутніх
інженерів аграрної галузі**

Методичний посібник

Миколаїв 2012

УДК: 378.14

ББК: 74.6

Методичний посібник підготували:
Бацуровська І.В., Самойленко О.М.

Рецензенти:

Юзбашева Г.С. к.п.н, доцент

Муленко І.О. д. Ф.-м. н. професор, завідувач кафедри інформатики
МНУ ім. В.О. Сухомлинського.

Теоретичні основи застосування технології дистанційного навчання у фаховій підготовці майбутніх інженерів аграрної галузі: метод. посіб. / І.В. Бацуровська, О.М. Самойленко. – Миколаїв: «МДАУ», 2012. – 256 с.

У навчальному посібнику розглянуто поняття дистанційної освіти. Описано моделі дистанційної освіти та основні етапи її розвитку. Виокремлено закордонні концепції дистанційної освіти. Розглянуто особливості підготовки майбутніх інженерів аграрної галузі в умовах застосування дистанційних технологій навчання та описано види технології дистанційного навчання. Розкрито шляхи впровадження технології дистанційного навчання у фахову підготовку майбутніх інженерів в аграрних університетах. Надано завдання з фахових дисциплін для самостійної роботи студентів інженерних спеціальностей.

Призначений для викладачів аграрних університетів та студентів інженерних спеціальностей аграрної галузі. / Уклад.: [І. В. Бацуровська, О. М. Самойленко] – Миколаїв: МДАУ, 2012.

Друкується згідно з рішенням методичної ради факультету механізації сільського господарства Миколаївського державного аграрного університету протокол № 8 від 26.04.2012 р. Тираж 300 примірників

© Миколаївський державний аграрний університет

ЗМІСТ

ВСТУП	5
§ 1. ГЕНЕЗИС ПОНЯТТЯ ДИСТАНЦІЙНА ОСВІТА\НАВЧАННЯ (ЗАГАЛЬНА ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ).....	8
§ 1.1. Поняття ДО і дискусії навколо неї.....	8
Питання для самоконтролю.....	16
§ 1.2. Моделі дистанційної освіти в світі. Основні етапи розвитку.....	17
Питання для самоконтролю.....	50
§ 1.3. Закордонні концепції ДО	51
Питання для самоконтролю.....	68
§ 2. ТЕХНОЛОГІЯ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ТА ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ ПРИ ВИВЧЕННІ ФАХОВИХ ДИСЦИПЛІН.....	69
§ 2.1. Особливості та види технології дистанційного навчання.....	69
Питання для самоконтролю.....	72
§ 2.2. Особливості підготовки майбутніх інженерів аграрної галузі в умовах застосування дистанційних технологій навчання.....	73
Питання для самоконтролю.....	75
§ 2.3. Шляхи впровадження технології дистанційного навчання у фахову підготовку майбутніх інженерів в аграрних університетах.....	76
Питання для самоконтролю.....	83
§ 3. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ ІНЖЕНЕРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ З ФАХОВИХ ДИСЦИПЛІН.....	84
§ 3.1. Теоретична механіка.....	84
§ 3.2. Механіка матеріалів і конструкцій.....	89
§ 3.3. Гідравліка та водопостачання	95
§ 3.4. Основи електропостачання та електроприводу.....	100
§ 3.5. Апарати керування і захисту.....	105
§ 3.6. Електричне освітлення та опромінення.....	111
§ 3.7. Автоматичні системи керування.....	116
Глосарій.....	121
Література.....	137
Показчик	150
Додатки.....	151

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ВНЗ	– Вищий навчальний заклад
ІТ	– Інформаційні технології
ПК	– Підвищення кваліфікації
ІКТ	– Інформаційні і комунікаційні технології
ДО	– Дистанційна освіта
ДН	– Дистанційне навчання
ППК	– Психолого-педагогічна компетентність
ФК	– Фахова компетентність
ППЗ	– Прикладне програмне забезпечення
ТЗН	– Технічні засоби навчання
ЮНЕСКО	– Організація Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури
ІОС	– Інформаційно-освітнє середовище
ФРН	– Федеративна республіка Німеччина
ПАР	– Південна Африканська республіка
КНР	– Китайська народна республіка
СРСР	– Союз Радянських Соціалістичних республік
США	– Сполучені штати Америки
URL	– Uniform Resource Locator (універсальний, локатор ресурса)
ISCED	– The International Standard Classification of Education
ACSDE	– Американський центр Дистанційної освіти
UNISA	– Університет Південної Африки
OUUK	– Британський відкритий університет

ВСТУП

На сучасному етапі розвитку освіти в Україні інформаційні технології стали важливим чинником і засобом підвищення ефективності функціонування всіх сфер освітньої діяльності. Особлива роль у процесі створення і використання інформаційних технологій (ІТ) належить системі аграрної освіти. Міжнародний досвід інформаційно-технологічного забезпечення освітніх напрямів передбачає перегляд концепції створення стабільної і ефективної освітньої системи, розвиток фахової компетентності педагогічних кадрів, готовність фахівців займати в майбутньому соціальний рівень, адекватний здібностям і кваліфікації. На це звертається увага в законах України “Про освіту”, “Про вищу освіту”, Державній програмі “Вчитель”, “Національній доктрині розвитку освіти в Україні в ХХІ ст.”, “Декларації про європейський простір для вищої освіти”.

Розвиток сучасного суспільства, перехід його до інформаційних технологій породжує нові проблеми. Знання стають основною рушійною силою розвитку суспільства, основним капіталом і тим самим визначають вектор інноваційного розвитку та способи їх практичного застосування.

Невпинне збільшення інформаційних обсягів спонукає до необхідності приведення рівня фахової підготовки майбутніх інженерів аграрної галузі у відповідність до поставлених вимог, пошуку нових форм і методів підвищення практичної значимості результатів навчання у вищому навчальному закладі, а також постійного, неперервного удосконалення фахової компетентності спеціалістів, у тому числі з використанням дистанційного навчання, як засобу якісного удосконалення підвищення кваліфікації зазначеної категорії фахівців [10].

В Україні наукове забезпечення дистанційної професійної освіти досліджували В.Ю. Биков, В.І. Гриценко, С.П. Кудрявцева, В.В. Колос. Організаційно – педагогічні основи дистанційної освіти вивчались В.В.Олійником, Н.О. Корсунською, П.М. Таланчуком. Роль і місце світової мережі Інтернет в сучасному суспільстві, психолого-педагогічні аспекти і

технології створення дистанційного курсу досліджували В.М. Кухаренко, Е.В. Рибалко, Н.Г. Сиротенко, А.Т. Петренко. Теоретичні дослідження по напрямках: філософія та історія дистанційної професійної освіти; педагогіко-психологічні проблеми дистанційної професійної освіти; інформаційно-телекомунікаційні технології і навчальне середовище дистанційної професійної освіти; соціально-економічні проблеми дистанційно-професійної освіти; організація дистанційної професійної освіти; нормативно-правові проблеми дистанційної професійної освіти можуть базуватися на теоретико-методологічних роботах С.І. Архангельського, Н.К. Бабанського, С.У. Гончаренко, І.А. Зязюна, Т.А. Ільїної, І.Я. Лернера, та ін.; роботах по дидактиці А.Н. Алексюка, В.А. Козакова, М.І. Махмутова, О.С. Полат, В.В. Сагарді, М.Н. Скаткина, М.Н. Фіцули, А.В. Хуторського, та ін.; роботах по психології Г.А. Балла, Л.С. Виготського, П.Я. Гальперіна, Г.С. Костюка, А.М. Матюшкина, Н.А. Побірченко, Н.Ф. Тализіної, та інших вчених. Особливе місце у формуванні системи дистанційного навчання належить роботам, в яких аналізується процес особистісто-орієнтованого навчання, таких педагогів як: С.Я. Батішева, А.А. Кирсанова, О.М. Пехоти, та ін.; психологів: Б.Г. Ананьєва, Л.С. Виготського, М.А. Данілова, та ін.

Можливості й перспективи дистанційного навчання у вищих навчальних закладах України та за кордоном розглянуто в роботах Р.С. Гуревича, І.В. Клименка, К.В. Корсака. Певний досвід із впровадження дистанційного навчання в нашій державі мають такі вищі навчальні заклади і науково-дослідні установи, як: Інститут кібернетики НАН України; Інститут вищої освіти НАПН України; Інститут засобів навчання НАПН України; Центральний інститут післядипломної педагогічної освіти та Інститут відкритої освіти Університету менеджменту освіти НАПН України; Національний технічний університет "Київський політехнічний інститут"; Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"; Національний університет "Львівська політехніка"; Вінницький державний технічний університет; і інші.

Дистанційну форму навчання фахівці по стратегічних проблемах освіти називають освітньою системою 21 століття. Сьогодні на неї покладено велику надію. Актуальність теми дистанційного навчання полягає в тому, що результати суспільного прогресу, раніше зосереджені у сфері технологій сьогодні концентруються в інформаційній сфері. Наступила ера інформатики. Етап її розвитку зараз можна характеризувати як телекомунікаційний. Це область спілкування, інформації і знань. Виходячи з того, що професійні знання старіють дуже швидко, необхідне їх постійне вдосконалення. Дистанційна форма навчання дає можливість створення систем масового безперервного самонавчання, загального обміну інформацією, незалежно від тимчасових і просторових поясів. Крім того, дистанційна освіта дає рівні можливості всім людям незалежно від соціального положення (школярам, студентам, цивільним і військовим, безробітними і т. д.) у віддалених районах країни і за кордоном реалізувати свої права на освіту і отримання інформації. Саме ця система може найбільш адекватно і гнучко реагувати на потреби суспільства і забезпечити реалізацію конституційного права на освіту кожного громадянина країни. Виходячи з вищезгаданих чинників можна стверджувати, що дистанційне навчання увійде до 21 століття як найефективніша система підготовки і безперервної підтримки високого кваліфікаційного рівня фахівців [1,2].

Отже, одним із найважливіших компонентів розвитку сучасних інформаційних технологій є створення та використання дистанційних систем підготовки педагогічних кадрів. Попит на такі технології стрімко зростає. Активно розробляються та впроваджуються системи сканування і розпізнавання тексту. Нагальними постають проблеми створення комп'ютерних словників національних мов, машинного перекладу з однієї мови на іншу тощо. Це насамперед пов'язано з розвитком глобальної інформаційної мережі Internet і підвищенням рівня комп'ютеризації управління всіх сфер людського життя. Проте зміст і методика таких систем навчання потребує подальшого вдосконалення и наукового обґрунтування.

§ 1. ГЕНЕЗИС ПОНЯТТЯ ДИСТАНЦІЙНА ОСВІТА/НАВЧАННЯ (ЗАГАЛЬНА ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ)

§ 1.1. Поняття дистанційної освіти та дискусії навколо неї

Сучасні проблеми, з якими стикається сьогодні цивілізація, приводить до розуміння того, що всі вони зосереджені у самій людині, її внутрішньому світі. У зв'язку з цим освіта стає головним механізмом, здібним вивести суспільство із кризи. Це, у свою чергу, вимагає уточнення самого поняття "освіта". Аналізуючи наукову, педагогічну, методологічну, філософську літературу, можна констатувати, що за останні 10-15 років трактовки терміна "освіта" змінилися радикально. До 90-х років минулого століття освіта розглядалася як результат засвоєння систематизованих знань, вмінь і навичок, необхідних умов підготовки людини до життя та праці. Дана трактовка в декілька змінних варіантах присутня практично в усіх підручниках і навчальних посібниках з педагогіки [4].

Зміна поняття "освіта" відбувається у зв'язку з розвитком різних напрямків науки та особливо знань про людину. Нині спостерігається переосмислення поняття освіти, її ролі, значення і функцій. Підвищується соціальна роль освіти. Від її напрямку та ефективності визначаються перспективи розвитку цивілізації. Все це необхідно ураховувати у практиці, особливо при організації інноваційної діяльності [16].

Словосполучення "дистанційна освіта" (ДО) міцно увійшло у світовий освітній лексикон. Протягом останніх трьох десятиріч ДО стала глобальним явищем освітньої та інформаційної культури, змінивши облік освіти у багатьох країнах світу. Виникла і бурно розвивається ціла індустрія освітніх послуг, об'єднаних загальною назвою "дистанційна освіта". Вражає значна кількість освітніх установ, розміри та складність інфраструктури, масштаби грошових інвестицій та капіталовкладень. На сьогодні, близько тисячі центрів дистанційної освіти, розташовано на всіх континентах, крім Антарктиди. По різних програмах професійної освіти в них навчається

приблизно дванадцять мільйонів студентів це складає 13-14% від загального числа студентів у світі. Розвиток дистанційної освіти признано одним з ключових напрямків основних освітніх програм ЮНЕСКО "Освіта для всіх", "Освіта через усе життя", "Освіта без меж" і середньо термінові стратегії ЮНЕСКО у 1996-2001 роках. Сприяння розвитку ДО визначено як пріоритетним завданням у статті 126 Маастрихтського установчого договору Європейського союзу <http://www.eurotreaties.com/maastrichtec.pdf>. Авторитетний американський щотижневик The Chronicle of Higher Education <http://chronicle.com/> називає рівень активності в індустрії дистанційної освіти останніх трьох років "приголомшуючим"(April 9, 2010, A27) [22, 18].

Але, із-за багатогранності та масштабності ДО як явища, різних освітніх послуг та форм організації (або моделей) ДО у великих національних і міжнародних центрах дистанційної освіти - загальноприйнятого, канонічного визначення ДО не існує.

Наприклад, країни Британської Співдружності <http://www.commonwealth-of-nations.org/>, як, загалом, і країни Європейського Союзу <http://ec.europa.eu/>, які мають давню традицію принципово-єдиного практичного розуміння дистанційної освіти, заснованого за трактовкою ДО у Відкритому університеті Великобританії (OUUK) <http://www.open.ac.uk/>, Університеті Південної Африки (UNISA) <http://www.unisa.ac.za/>, Заочному університеті (Fern Universidad) у Хагені <http://www.fernuni-hagen.de/>, взагалі успішно просувалися та просуваються у розвитку ДО, не маючи його нормативного визначення. Також, цій проблемі приділяли увагу освітні центри та різні інститути управління освітою в США. Формування університетських і між університетських структур ДО у американській державній системі освіти почалося усього 10-12 років тому. На сьогодні, все ще не склалося єдиного або, принаймні, виразного диференційного підходу до поняття дистанційної освіти. Невдоволеність відсутністю такого підходу знаходить відображення у чисельних і часто протилежних одна іншій дефініціях ДО у публікаціях різних американських авторів, достатньо гострих дискусіях. Поняття

"Дистанційна освіта" сьогодні сприймається неоднозначно. Насамперед, як можливість отримати освіту не лише у стінах навчального закладу, а й знаходячись за межами його аудиторій. Дистанційна освіта - універсальна форма навчання, що базується на використанні широкого спектру традиційних і нових інформаційних та телекомунікаційних технологій, а також технічних засобів, які створюють для студента умови вільного вибору освітніх дисциплін та діалогового обміну з викладачем, при цьому процес навчання не залежить від розташування його учасників у просторі і у часі. Наприклад за перше півріччя 2011 року співробітниками Вінницького Національного Технічного Університету повністю завершено розробку 39 дистанційних електронних курсів що знаходяться за адресою в мережі Internet <http://elearn.vntu.edu.ua/> і відповідно доступні кожному учаснику освітнього процесу[7,10,13] .

В Україні здебільшого усі вчені приходять до єдиного тлумачення поняття дистанційна освіта - це форма навчання, рівноцінна з очною, вечірньою, заочною та екстернатом, що реалізується, в основному, за технологіями дистанційного навчання. Технології дистанційного навчання складаються з педагогічних та інформаційних технологій дистанційного навчання. Педагогічні технології дистанційного навчання - це технології опосередкованого активного спілкування викладачів зі студентами з використанням телекомунікаційного зв'язку та методології індивідуальної роботи студентів з структурованим навчальним матеріалом, представленим у електронному вигляді. Інформаційні технології дистанційного навчання - це технології створення, передачі і збереження навчальних матеріалів, організації і супроводу навчального процесу дистанційного навчання за допомогою телекомунікаційного зв'язку. Такі визначення подано у концепції розвитку дистанційної освіти в Україні <http://www.osvita.org.ua/distance/pravo/00.html> [5,10,11].

Незначна за часом та обсягом частина навчального процесу дистанційної освіти може здійснюватись за очною формою (складання іспитів, практичні,

лабораторні роботи тощо). Кількісні та змістовні показники цієї частини залежать від напрямку підготовки (спеціальності) та етапу розвитку дистанційної освіти і визначатимуться нормативними документами міністерства освіти і науки України. Технології дистанційного навчання можуть використовуватись не тільки у дистанційній освіті, а й в інших формах навчання: очній, заочній, екстернаті [12].

Науковці з країн Британської Співдружності та США віддають перевагу терміну "distance education" на відміну від "distance learning". Річ у тому, що англійське "learning" означає, в основному своєму значенні, "вивчення", або "навчання", тобто головним чином самостійне придбання знань про предмети. Тому для англомовних авторів словосполучення "distance learning" означає тільки одну сторону ДО, яка включає в себе самоосвіту без "teaching", тобто здійснюється без взаємодії з викладачем. Навіть у контекстуальному, більш вільному вживанні термін "distance learning" використовується у англомовних працях, як правило, коли мова йде про самостійно організовану і керовану освітню та пізнавальну активність студента у рамках дистанційної освіти. За рахунок цього, поняття та термін "distance education" - "дистанційна освіта", охоплює і "навчання", і "освіту", виявляється більш містким та адекватним для позначення ДО як цілого, освітнього явища. Але наприклад, у словосполученні "open and distance learning" частіше вживається саме "learning", а не "education". У цьому випадку маються на увазі відкриті моделі ДО, які передбачають значну свободу і самостійність студента в організації і навіть у визначенні змісту навчального процесу та практично вилучаючи "teaching". Проте, коли говориться про ДО у загальному плані, включаючи моделі ДО, у яких вирішальну роль грає "teaching" тобто викладач,- знову використовується термін "distance education". Показний у цьому відношенні англійський варіант доповіді ЮНЕСКО "Open and distance learning. Prospects and Policy " <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001284/128463e.pdf> [8,17, 23].

Таким чином, в англо-американській мовній традиції буде правильніше мати на увазі ДО як цілісну, -"дистанційну освіту", тому що ДО включає в себе "самостійне вивчення" плюс "освіту ", що витікає з даного нами аналітичного визначення, або роз'яснення. Згодом терміни "distance education" і "distance learning" отримали розвиток в зазначених країнах і звідти потрапили в Україну і в українську мову. Зрозуміло, що та ж логіка може застосовуватись і до вживання цих термінів у українській мові. Доданки змінюються місцями із-за суперечливого перекладу "learning" як "навчання ", але сума від цього не змінюється: правильно "дистанційне навчання", тому що істотним доданком ДО, крім навчання, являється ще й самостійне вивчення. А у багатьох випадках додається ще й виховання, або соціалізація, напрацювання або засвоєння студентом певних соціальних і моральних норм. "Дистанційне навчання" - це складова "дистанційної освіти", діяльність студента, педагога чи "андрагога" та освітньої установи, і як термін має право на існування, але тільки у такому змісті. Але, при широкому розумінні "навчання" - як, наприклад, "сумісній цілеспрямованій діяльності викладача і студентів, під час якої здійснюється розвиток особистості, її освіта і виховання", - коли в це поняття включається і самостійна освітня активність, і виховання наведений аргумент втрачає силу, оскільки межі між " навчанням" та "освітою" просто стираються і вони становляться синонімами бо частина прирівнюється до цілого, або навіть міняється з ним місцями, як у процитованому визначенні. Хоча такого роду розширеного тлумачення термінів, на наш погляд, краще уникати, оскільки це у кінцевому рахунку приводить до свавільного словозастосування і взаємонепорозуміння. Крім того, слід враховувати, що найбільш поширеним значенням слова "навчання" є діяльність студента, у цьому сенсі говорять "пройти навчання" [4,8,21,24].

Відомий аргумент проти застосування словосполучення "дистанційна освіта" і за -"дистанційне навчання " це досить поширене розуміння освіти не як процесу, а тільки як результату, або продукту, який можна отримати. Так,

можна отримати середню, професійну, університетську освіту, але неможна - очне, дистанційне, вечірнє. При такому розумінні точніша назва для процесу - навчання, для результату - освіта. Але, у такому випадку низка словосполучення зі словом "освіта" виявляються невірними. "Система освіти" і "заснування освіти", "безперервна освіта", "освіта через усе життя" і "освіта без меж", "мета освіти" і "засоби (а також методи і т. ін.) освіти", - у всіх цих і в інших словосполученнях "освіта" ніяк не може сприйматися як результат, або як продукт, а тільки як процес, або як діяльність. Нарешті, у більшості академічних, довідкових, енциклопедичних, нормативних текстів освіта беззастережно розуміється як процес сумісної діяльності викладачів і студентів, наслідком якого, у випадку успіху цієї діяльності, є придбання знання. Згідно діючій Міжнародній стандартній класифікації освіти, затвердженою Генеральною конференцією ЮНЕСКО на 29-й сесії у листопаді 1997 року http://www.unesco.org/education/information/nfsunesco/doc/isced_1997.htm, під терміном "освіта" розуміється, будь-яка цілеспрямована і систематична діяльність, мета якої є задоволення потреб у навчанні. При цьому під "навчанням" мається на увазі "будь-яке покращання у поведінці, інформованості, знаннях, розумінні, поглядах, цінностях або навичках".(UNESCO,1997, §§ 7,9) [5,7,14,18].

Потрібно звернути увагу, що родовим поняттям для терміну "дистанційна освіта" є освіта, а "форма отримання/надання" – це один із класифікаційних ознак. Так, як, наприклад, "початкова освіта" - це термін, утворений від поняття "освіта", а не від поняття "рівень". Так само не є родовими поняттями для "дистанційної освіти" поняття "технології" або "інформаційно-освітнє середовище". Тому є некоректними визначення чи судження типу: "ДО - це (тільки) технологія..." або "ДО - це особлива інформаційно-освітнє середовище". Будь-яка освіта, яка є по суті організованою і цілеспрямованою комунікацією, використовує ті чи інші технології і здійснюється у тому чи іншому інформаційно-освітньому середовищі, проте не стає від цього "технологією" або "середовищем".

Більше того, якщо під "технологіями" маються на увазі сучасні інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ), а під інформаційно-освітнім середовищем (ІОС) - "системно організовану сукупність засобів передавання даних, інформаційних ресурсів, протоколів взаємодії, апаратно-програмного і організаційно-методичного забезпечення, орієнтовану на задоволення освітніх потреб користувачів", вони не можуть служити і видовою різницею дистанційної освіти. Застосування ІКТ або наявність так званого ІОС не відрізняють дистанційну освіту від не дистанційної освіти, а застосування ІКТ, як таких взагалі, не є ексклюзивною особливістю освіти [2,7,10,16].

Підбиваючи підсумки аналітики, у ході якої ми намагались не виходити за рамки очевидного змісту понять "дистанційна" і "освіта", що складають поняття " дистанційна освіта ", сприяючи більш ясному і чіткому розумінню того, що таке ДО. Дамо обґрунтування для наступних висновків, підтверджуючих концепцію дистанційного навчання в Україні:

1. При додержанні формально-логічних вимог до визначення, "дистанційна освіта " повинна бути визначена не як та чи інша технологія і не як особливе інформаційно-освітнє середовище, а як форма освіти, оскільки саме "освіта" є для неї родовим поняттям.

2. Видовою відзнакою дистанційної освіти від інших форм освіти, особливо, від очної освіти і самоосвіти, є засіб одержання освіти через опосередковану, на відстані інтерактивну комунікацію. При цьому конкретні засоби, канали і технології такої комунікації не носять характеру критичної ознаки ДО. Їх набір не може бути визначений раз і назавжди, він інваріантний і містить в собі, поряд з телекомунікаціями, інтерактивні навчально-методичні матеріали на різних носіях.

3. Форма (характер, засіб) інтерактивної освітньої комунікації, що по-різному називається у різних нормативних документах ("форма отримання освіти", "форма засвоєння освітніх програм" у Законі "Про вищу освіту", "форма (засіб) надання" ("Modality of provision" - в Revised version II. ISCED (1996) ЮНЕСКО), уявляє собою форму навчання у межах поняття "освіта".

4. У відповідності зі значенням дистанційна освіта на рівні загального визначення, як форма освіти, співпадає з заочною освітою і, з екстернатом, займаючи, місце, аналогічне місцю заочної освіти у українській класифікації форм освіти. Це дозволяє стверджувати, у всіх трьох випадках мова йде про одну й ту ж форму освіти на відстані і без відриву від основної діяльності студента, що, як форма освіти, дистанційна освіта у вигляді заочної освіти, легалізована в Україні на рівні Закону. Але, це не означає, що вона не потребує легалізації, як поняття і вже на підзаконному рівні нормативно-методичного забезпечення, як нові, сучасні різновидності (моделі) освіти на відстані, визнані у світі.

5. Термінологічно коректно, у тому числі, з урахуванням їх походження із англо-американської мовної традиції застосовувати, маючи на увазі ДО в цілому, термін "дистанційна освіта" як систему сумісної діяльності викладачів і студентів. Термін "дистанційне навчання" - говорячи у відношенні самостійної або в основному самостійній діяльності студентів. У цілому таке словосполучення, не суперечить україномовній традиції і практиці, рівно як і вітчизняній дидактиці [1,9,10,15,18].

У порядку невеликої термінологічної репліки і в завершення аналітики скажемо про різницю близьких і за звучанням, і за значенням термінів "distance education (learning)" і "distant education (learning)". "Distance", у основному значенні, згідно з словником Merriam-Webster <http://www.merriam-webster.com/>, -це іменник, у перекладі як "відстань" або "дистанція". У словосполученні з іншими іменниками, якщо розміщується перед ними, виконує функцію прикметника - "дистанційний" (наприклад, "distance control" - "дистанційний контроль") або перекладається як "на відстані". "Distant", згідно тому ж словнику, - прикметник, основне значення якого "віддалений", "віддалений великою відстанню", "далекий від". Тому, якщо "distance education (learning)" розуміється і англо-американцями, і усіма іншими як "освіта (навчання) на відстані", або "дистанційне навчання (освіта)", то "distant education (learning)" має додатковий відчутний зміст

"далекий від", що спонукає перекладати і розуміти, наприклад, словосполучення "distant education student" як "студент, далекий від освіти" [9,18,19].

Питання для самоконтролю

1. Коротко характеризуйте напрямки наукових досліджень в напрямку забезпечення дистанційної професійної освіти в Україні?
2. Які аспекти є характерними для дистанційного навчання у вищих навчальних закладах України?
3. Які можливості й перспективи дистанційного навчання у вищих навчальних закладах за кордоном?
4. Чи впливають інформаційні технології на генезис поняття освіти?
5. Які особливості формування вищої освіти в умовах удосконалення інформаційних систем?
6. Дайте визначення дистанційної освіти?
7. Поясніть як ви розумієте поняття технології дистанційного навчання?
8. В чому різниця між дистанційними технологіями та інформаційними технологіями?
9. Дайте характеристику родового поняття терміну "дистанційна освіта"?

§ 1. 2. Моделі дистанційної освіти в світі. Основні етапи розвитку.

Віддаючи належне аналітиці - при рішенні задачі прояснення понять і термінів, уточнення визначень і звільнення від різного роду логічних і термінологічних непорозумінь, - не можна не бачити її принципової обмеженості. Аналітично сформулювавши визначення дистанційної освіти в цілому, ми отримали можливість ідентифікувати дистанційну освіту і відокремити від того, чим вона не є, заклавши основу для подальшого руху. Проте, щоб дійсно просунутися далі, тобто диференціювати або диверсифікувати поняття, визначивши його різновиди, і встановити зв'язки між ними, однієї тільки аналітики недостатньо. Чисто аналітично побудувавши самі розгалужені класифікації, виконавши таким чином завдання диверсифікації поняття, це мало що дає. Плутанина в поняттях, пов'язаних з ДО, нерідко виникає через те, що її конкретний різновид, наприклад, ДО на основі телекомунікації через Інтернет приймають і видають за цілу - ДО взагалі. При цьому мається на увазі не взагалі описана версія, а та яка володіє цілком відчутним масштабом і вагою. В нашому прикладі це "віртуальна", жива форма освітньої практики, що пояснює причину несвідомої або свідомої підміни понять "pars pro toto" - "частка замість цілого. Для цього необхідні вже не аналітичні, а генетичні визначення, синтетичні, в кантівському сенсі, думки, що виводять за рамки одних тільки понять, - звернення до практики дистанційної освіти, її традицій і історії [7,16].

Іншими словами, необхідний історичний синтез. Ніяка аналітична класифікація, якою б прискіпливою і розгалуженою вона не була, не допоможе. Крім того потрібно:

- визначити тенденції в розвитку поняття і практики ДО, конкретні пропорції, в яких вони диверсифікуються, наприклад, по рівнях і видах освітніх програм;

- встановити зв'язки і взаємопереходи між різновидами дистанційної освіти - тобто, їх релевантність;
- визначити методологію, дидактичні принципи, на яких ґрунтуються різні її різновиди.

У історії дистанційної освіти спостерігаються дві традиції, розрізнення яких значною мірою дає ключ до розуміння сенсу суперечностей, що виникають при спробах дати визначення і прийти до єдиного правильного розуміння змісту ДО.

Перша традиція, що сформувалася, це кореспондентна освіта, заснована на освітній комунікації на відстані за допомогою кореспонденції. Спочатку - за допомогою звичайної регулярної пошти, потім - електронної. Друга традиція, виростає із застосування засобів телекомунікації, аудіо- і відеозаписів в очній освіті. Це дозволило, з розвитком технологій телекомунікації і аудіо- і відеозапису, транслювати очні заняття у віддалені аудиторії і забезпечити освітню комунікацію на відстані за допомогою трансляції. Обидві традиції - це традиції дистанційної освіти, що потрапляють під дане нами вище загальне визначення. Проте, генеруючі ідеї, істотно або навіть принципово, відрізняються [9,19].

У рамках першої традиції ми називатимемо її "кореспондентною", а не "кореспондентською", щоб уникнути непотрібних асоціацій з "кореспондентськими рахунками" і "кореспондентськими репортажами" лежить ідея дистанційної освіти як форми освіти. Тобто це освіта, що принципово відрізняється від очної освіти, в якій студент і викладач ізольовані один від одного відстанню. Викладач навчає, знаходячись у визначеному місці і в певний час, студент навчається, значною мірою самостійно, - у іншому місці і в інший час. Оскільки, таким чином, освітня комунікація в такій ситуації є не лише кореспондентною, але й асинхронною, можна називати кореспондентну традицію також "традицією асинхронної ДО". Така нетрадиційна, для очної освіти, ситуація вимагає особливої, відмінної дидактики. Можна назвати її, щоб відрізнити від дидактики

"класної кімнати", технологією дистанційного навчання. Що приводить до змішення понять "Освітні технології" і "технології (ІКТ) в освіті", - суть від цього не змінюється адже тут доводиться навчати і навчатися по-іншому, ніж в звичайній аудиторії [7,13].

В основу другої традиції, назвемо її трансляцією, покладена ідея дистанційної освіти через трансляцію на відстань "живого" або очного навчання, тобто дистанційної "імітації класної кімнати". Тут відмінність дистанційної освіти від очної - не в дидактиці, а в способі, або технології доставки. Якщо кореспондентна традиція ДО відрізняється від традиції очної освіти технологією освіти, то трансляція - технологією доставки освіти. Таким чином, маючи в своїй основі альтернативні генеруючі ідеї, ці традиції привели до розвитку двох формально тотожних, на рівні загального визначення, а по суті, на рівні дидактичного сенсу докорінно відмінних трактувань поняття ДО. Відповідно і дві різні, хоча і не ізольовані одна від одної освітні структури, які мають різну внутрішню організацію, у всіх її видах, забезпечення. [9,20].

Ставлячи завдання на розвиток дистанційної освіти в Україні, необхідно, як мінімум, уточнити, про яку саме традицію дистанційної освіти йде мова. Що саме, як наслідок цього, належить розвивати і забезпечувати. З цієї ж причини, із-за принципово різного дидактичного сенсу, потрібно окремо розглянути історії двох традицій:

- для кореспондентної традиції вирішальне значення має еволюція дидактики дистанційної освіти, як особливої форми освіти. Зміна якої здійснювалася разом із зміною інституційних моделей, або типів установ ДО, поклавши в основу їх залежність від зміни соціально-історичних епох;
- для традиції трансляції і її періодизації визначальною була і залишається зміна поколінь технологій телекомунікації, аудіо- і відеозапису, аж до сучасних інтерактивних відеоконференцій і мультимедіа [8,15,20].

Відомі періодизації історії ДО, в основному канадських і американських авторів (Garrison, 1985 <http://tech.mit.edu/V105/N20/>

_____); Nipper, S., 1989 <http://users.otenet.gr/~karl125/distance.html>; Boettcher, 1997 <http://www.designingforlearning.info/jvb/index.html>; Gladieux & Swail, 1999 <http://www.educationalpolicy.org/pdf/swailcv.pdf>). Вони засновані тільки на зміні поколінь ІКТ і не враховують відмінності традицій, що робить їх, на наш погляд, неадекватними або, щонайменше, недостатньо інструментальними для диференційованого історичного визначення дистанційної освіти [7,16].

Виходячи з сказаного, тобто виокремивши дві традиції, звертаємо увагу на те що, при розгляді кореспондентної традиції, як еволюції дидактики і організаційних форм ДО, можна виділити, в її рамках, три етапи еволюції поняття дистанційної освіти.

Перший етап - власне кореспондентна освіта - хронологічно займає період з 1840 року до травня 1929 року. Починаючи з дати появи першого регулярного курсу кореспондентного навчання стенографії Айзека Пітмана <http://www.amazon.com/phonetic-longhand-writer-Isaac-Pitman/> (Baath,1985, Holmberg, 1995 <http://www.c3l.uni-oldenburg.de/cde/found/holmbg95.htm>), і закінчується датою Пленумів ЦК ВКП(б) в 1928 та 1929 роках про визначення принципів і організації радянської державної системи заочного навчання у вузах і середніх спеціальних установах <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/87997/> . Таким чином, перший етап пов'язано з генезисом ідеї і практики ДО. Прийнято вважати, що офіційно початок дистанційної освіти належить Чарльзу Тусену - викладачу французької мови Берлінського університету і Густаву Лангеншейдту <http://www.gustav-langenscheidt.schule-berlin.net/index2.htm> - члену Берлінського суспільства сучасних мов, які створили в 1856 р. Інститут в Берліні, заснований на заочній формі навчання іноземним мовам. Проте, слід пам'ятати, що шістьма роками раніше в 1850 р. в Росії був створений Інститут заочного навчання. Слідом за Росією і Німеччиною в другій половині XIX - початку XX ст. подібні навчальні заклади були відкриті і в інших країнах світу:

в 1858 р. Лондонський університет <http://www.lon.ac.uk/> вирішив надавати допуск претендентам до захисту дипломних робіт без попереднього навчання. З часом університет перейшов до заочної форми навчання таких "екстернів";

- в 1874 р. Університет Ілінойса (США) <http://illinois.edu/> ;

- в 1877 р. Університет Святого Андрія (Шотландія) <http://www.standrews.ac.uk/>;

- в 1889 р. Королівський університет Канади <http://www.queensu.ca/> ;

- в 1891 р. Університет Чикаго (США) <http://www.uchicago.edu/index.shtml> ;

- в 1906 р. Університет Вісконсін (США) <http://www.wisc.edu/>;

- в 1911 р. Квінслендський університет (Австралія) <http://www.uq.edu.au/>.

Дистанційна освіта, в її кореспондентській формі, виникла в період формування першої стійкої, регулярної, загальнодоступної системи зв'язку тобто звичайної для нас пошти. В цей же час виникло і почало бурхливо розвиватися регулярне залізничне сполучення, яке стимулювало розповсюдження навчання на відстані. Надалі пальма першості в створенні самостійних заочних вищих навчальних закладів належала колишньому Радянському Союзу. Вища заочна освіта почала розбудову в другій половині 20-х років, коли були створені ряд заочних політехнічних інститутів і заочних відділень в педагогічних вузах. До середини 60-х років в СРСР налічувалося 11 самостійних заочних вищих навчальних закладів і заочні відділення в сотнях університетів і інститутів. Після Другої світової війни на прикладі Радянського Союзу розбудовували заочну освіту країни Центральної і Східної Європи, КНР. За даними "Всесвітнього довідника нетрадиційних після середніх навчальних закладів освіти" (ЮНЕСКО, 1984) за період з 1900 по 1960 років в світі було створено 82 нетрадиційних вищих навчальних закладів і навчальних програм [9,15].

Концептуально діяльність цих навчальних закладів обґрунтовувалася тим, що навчати студентів можливо не лише при безпосередньому контакті з викладачами. Вони можуть самостійно в слухний для них час, в зручному

місці і в зручному темпі виконувати завдання навчальних закладів. Так з'явилося навчання по листуванню, яке ми можемо вважати як ранню форму дистанційної освіти. Опис першого покоління кореспондентної ДО дав голова Європейської ради ДО <http://www.ecde.org/> Н. Фарнсос. Це покоління, писав він, приватних освітніх установ, що виникли на основі курсів "по листуванню" приватних кореспондентських шкіл. Вони створювалися за приватною ініціативою засновників. Інколи за розпорядженням адміністрацій зовнішніх відділень створювалися, так звані "extension", в перекладі "розширення" або "прибудова" при університетах і коледжах. Найбільш відомі приватні кореспондентські школи другої половини XIX - першій третині XX ст. були установами додаткової освіти. Вони пропонували, короткострокові професійно-технічні курси підвищення кваліфікації, наприклад, навчання техніці стенографії, бухобліку, перекладу, техніці безпеки і т. п.. А також різні курси передатестаційної підготовки, наприклад, Skerry's College http://www.friendsreunited.co.uk/School.page/Skerry's_College/481/Details в Единбургу готував кандидатів до іспитів Цивільної служби, University Correspondence College в Кембріджі <http://www.cam.ac.uk/colleges/> - випускників не акредитованих англійських коледжів до іспитів на ступінь бакалавра а в Університеті Лондона <http://www.lon.ac.uk/>, Diploma Correspondence College в Оксфорді <http://www.ox.ac.uk/> - до вступних іспитів в Оксфордський університет. Це були, крім того, перші спеціалізовані заклади дистанційної освіти. Зовнішні відділення коледжів і університетів, як і кореспондентські школи, використовували кореспондентський метод навчання і окремо - в "курсах по листуванню", і у поєднанні з очними заняттями в позаурочний час. Заняття проводилися в кампусі або в зовнішніх, віддалених від кампусу навчальних приміщеннях - вечірніх, недільних, літніх класах і школах. Що, власне, і пояснює їх назву "extension". Перші університети, які створили такі "розширення", наприклад, Університет Чикаго <http://www.uchicago.edu/> в 1890, Університет штату Вісконсін <http://www.wisc.edu/> в 1906, стали,

відповідно, першими бімодальними (dual-mode) установами, тобто установами із спеціалізованими підрозділами дистанційної і комбінованої (очно-заочної) освіти [9,19,22].

Не зважаючи на додатковий і приватний характер освіти, ДО першого покоління не була офіційно визнана. Але, це, не заважало їй, саме як додатковій, платній освіті, бути цілком ринковою і рентабельною. Саме цей фактор створив репутацію "навчання на відстані" як перспективному, комерційному підприємництву з широким споживчим ринком. Дійсно, "курси по листуванню", відрізнялися різноманітним і гнучким асортиментом, високим ступенем незалежності від місця і часу здобування освіти, доступною ціною, відсутністю дискримінаційних обмежень, пов'язаних зі статтю, національністю, віросповіданням і ін., мали обґрунтовано широкий попит. Основний контингент характерний для індустріального суспільства передових країн другої половини ХІХ - початку ХХ ст. численний і швидко зростаючий соціальний прошарок високоосвічених, дорослих, ініціативних людей. Кар'єра яких, в умовах динамічної економіки і суспільного життя, епохи вільної конкуренції, залежала від можливості "не відходячи від справ", в стислі терміни підвищити або розширити свою професійну кваліфікацію і, тим самим, соціальну мобільність і конкурентоспроможність [8,19,24].

Орієнтація на освітні потреби і психологічні особливості цього соціального прошарку визначили особливості дидактики, що застосовувалися кореспондентськими школами, які в цілому базувалися на загальних дидактичних принципах кореспондентської традиції.

До цих загальних принципів можна віднести:

- трактування дистанційної освіти як форми освіти, заснованої на самостійному навчанні, яке вимагає створення спеціальних навчально-методичних і атестаційних матеріалів та особливого, мобільного і інтерактивного освітнього середовища;
- зведення до мінімуму кількості очних занять (сесій), вимога особливої форми цих занять. У кореспондентських школах, очні групові заняття

взагалі не проводилися, для "зовнішніх" студентів, наприклад, в Chicago University Extension <http://www.uchicago.edu/> по деяких курсах проводилися особливим чином організовані групові заняття в недільних і літніх школах;

- розподіл діяльності викладача на викладання наочного змісту, що вивчається, і консультування, яке спрямовує на самостійне опанування матеріалом за допомогою двостороннього дидактичного спілкування (діалогу), здійснюваного переважно асинхронно [9].

Особливим в дидактиці кореспондентських шкіл і "зовнішніх відділень" з самого початку були:

- гнучкість і рухливість термінів навчання і, відповідно, темпу навчального процесу, високий ступінь автономії студента у визначенні його темпоральних характеристик і змісту;
- засноване на загальній початковій дидактичній установці визнання незалежності студента;
- прагматичне і неформальне відношення до проміжної і підсумкової атестації і оцінки, як до засобу мотивації і самоконтролю, а не як до мети і кінцевого результату навчання, що завершується отриманням сертифікату;
- модульність, або тяжіння до модульної, організації наочного змісту курсів, що забезпечує вищий ступінь їх варіативності і, з іншого боку, полегшує поштову доставку [9].

В цілому, до підсумків першого періоду еволюції кореспондентної дистанційної освіти і розвитку поняття ДО в рамках цього періоду можна віднести:

- усвідомлення першими практичними організаторами дистанційної освіти як особливої форми освіти, в основі якої лежить особлива специфічна, відмінна від середовища "класної кімнати" ("кампусного навчання"), освітня ситуація, що вимагає іншого способу освітньої комунікації, тобто особливої дидактики;
- визначення принципів дидактики ДО в освітній практиці перших установ дистанційної освіти, без теоретичного вираження цих принципів;

- інституційне оформлення ДО у вигляді двох типів приватних установ, на основі самофінансування;
- часткове формування типової структури дистанційних освітніх програм, що поєднують академічні і професійно-технічні практико-орієнтовані курси;
- визначення пріоритетної цільової групи студенти ДО, наприклад, професійно зайняті, дорослі, талановиті студенти то що;
- виникнення відкритої дистанційної освіти в сегменті додаткової і продовженої освіти;
- початок термінологічного оформлення ДО в англійській мові: з'являються терміни "home-study" ("домашнє навчання"), "Independent study" ("незалежне навчання"), "External student", "Extramural student" ("зовнішній студент", або "екстерн", або "заочник"), "extension" ("зовнішнє відділення"), а в 1892 р. в каталозі кореспондентних курсів Університету штату Вісконсін <http://www.wisc.edu/> вперше з'являється термін "distance education"[4,5,9].

Проте, дистанційна освіта, як вже наголошувалося, протягом всього цього періоду ніде не була офіційно визнана. ДО залишаючись за межами основної професійної освіти уявляла собою кореспондентні або очно-заочні курси передатестаційної підготовки при екстернаті - виділеному до окремої установи, на зразок Університету Лондона <http://www.lon.ac.uk/> або Південноафриканського Університету <http://www.uct.ac.za/>, або у складі "зовнішніх відділень". Не існувало в цей період ні державної системи ні навіть окремих державних інститутів, які б сприяли розвитку ДО. Але, вже почалася концептуалізація її методів і загальних питань дидактики. Вперше оперелюднено теоретичні роботи на цю тему, написані "батьками-засновниками". У цьому сенсі, гарним резюме першого періоду може бути оцінка сучасного стану дистанційної освіти, зроблена в 1915 р. одним з них, - вже згадуваним вище професором Wisconsin University Extension У. Лайті: "... належить створити метод, техніку, атмосферу... вирішити важкі проблеми,

пов'язані з навчанням на відстані. І це рішення ледве тільки намічене." (цит. по: Moore, 1987) "[8].

Другий етап - етап широкого розвитку заочної освіти - хронологічно закінчується 1969 роком: датою установи Відкритого Університету Великобританії <http://www.open.ac.uk/>. Особливістю його становлення був розвиток дистанційної освіти в особливу самостійну форму освіти. У ці роки йшло бурхливе зростання нетрадиційних університетів. Якщо за перших 60 років ХХ ст в світі було створено, як вже наголошувалося, 82 навчальних заклади такого типу, то за наступне десятиліття їх виникло, за тими ж даними, 79 закладів. У основі навчання в ці роки залишалися друкарські матеріали і листування. [9].

Проте з'явилися два нові дидактичні елементи:

- педагоги заочних вузів, зокрема, в Україні почали відчувати потребу в поєднанні дистанційних і очних форм освіти;
- з розвитком радіо- і телемереж друкарські носії почали доповнюватися аудіо- і відеоматеріалами і телепрограмами, що послужило для фахівців підставою ставити розвиток дистанційної освіти залежно від розвитку засобів зв'язку" [9].
- У 60-і роки. важливі завдання встали перед вищою школою у зв'язку з розширенням програм безперервної освіти, підвищення кваліфікації і перепідготовки фахівців. Філософія ЮНЕСКО, і інших міжнародних організацій, що здійснюють свою діяльність у сфері освіти, зводиться до того, щоб перетворення і нововведення у вищій освіті прямували в русло перетворення різноманітних теорій і концепцій безперервної освіти в реальність, переказу жорстких, негнучких і елітарних систем вищої освіти в доступні для всіх. В рамках цієї загальноновизнаної філософії традиційні вищі навчальні заклади переглядають свої структури, навчальні плани і програми, форми і методи навчання. Так з 60-х років у Великобританії почала створюватися мережа політехнічних коледжів з 2-3-річним терміном навчання, орієнтованих на підготовку фахівців для виробництва. У Франції з

тією ж метою були створені університетські технологічні інститути. У ФРН - вищі професійні школи У США і Японії значно розширена мережа дворічних коледжів <http://www.euro-education.ru/adv/usa/colleges/>. Широкого поширення набули методи навчання, що поєднують навчання в аудиторіях з роботою на виробництві. Наприклад у Великобританії - "сендвіч-курси" <http://www.temza.com/2008/05/01/sandwich-course>, в США - кооперовані форми навчання <http://science.kharkov.ua/teaching/formi-obucheniya.html>, у СРСР - поява Втузів <http://www.vtuz.ru/>. Період кінця 60-х - початки 70-х років став найбільш плідним в теоретичному осмисленні дистанційної освіти. У ці роки були закладені основи головних концепцій ДО, що набули згодом поширення в світі і стали предметом дискусій. Так в центрі уваги вчених опинилися теорії

- індустріалізації;
- автономії і незалежності навчання;
- взаємодії і комунікації.

Теоретична думка 60-х років була зайнята пошуком шляхів демократизації і професіоналізації освіти. За дистанційною освітою остаточно закріплюється соціальна функція - надати освітні послуги як можна більшій кількості охочих вчитися, але не бажаючих або таких, що не мають можливості змінити звичний спосіб життя [4,9,19].

Головним досягненням розвитку ДО в 60-і роки було усвідомлення того практично доведеного факту, що альтернативою денній формі навчання може бути освіта громадян, скерована і контрольована вузами, що принципово розширює дидактичні рамки вищої освіти. Технологічна модель, заснована на ідеї специфіки дистанційної освіти як особливої, відмінної від очної форми навчання, побудованої на основі інших принципів організації навчального процесу і іншій дидактиці. Традиційні аудиторні заняття (лекції і семінари), згідно цієї моделі, не відтворюються за допомогою засобів телекомунікації або аудіо і відеозаписів, а замінюються іншими формами. По-перше, самостійною роботою студентів, для організації і забезпечення

якої готуються спеціальні комплекти навчально-методичних матеріалів. По-друге, інтенсивними практичними груповими заняттями - так званими тьюторіалами <http://www.ou-link.ru/de/>, які дуже мало нагадують звичайний семінар і радикально відрізняються від лекції. Можливість дистанційної освіти - навчання на відстані від освітнього центру, забезпечується тут істотно вищим ступенем автономії студента і виключенням викладання в традиційному сенсі, що дозволяє звести до мінімуму кількість очних занять, адже тьюторіали <http://www.ou-link.ru/de/> проводяться, як правило, не частіше за один раз на місяць. Засоби і канали телекомунікації <http://www.oooask.com/telekomunikacii.html> використовуються не для відеотрансляції <http://yatv.ru/rggu>, а як засоби доставки навчально-методичних матеріалів і забезпечення інтерактивності - спілкування між викладачем і студентами і студентами між собою в ході індивідуальних консультацій і внутрішньогрупової співпраці. У комплект навчально-методичних матеріалів, що забезпечують самостійну роботу студентів, входять тільки ті матеріали на електронних носіях (аудіо і відеокасети, електронні хрестоматії у форматі гіпертексту, комп'ютерні програми-тренажери), якими можна користуватися за допомогою обладнання, що є легко доступним більшій частині студентів [7,10,18].

Дидактична (технологічна) модель ДО була розроблена у Відкритому Університеті Великобританії (OUUK) <http://www.open.ac.uk/>, тому часто називається британською, або європейською, і практикується у всіх країнах британської співдружності, включаючи такі крупні країни як Індія, Канада, Австралія, а також за її межами, - скрізь, де були створені або створюються в даний час університети за зразком OUUK або близьких йому по трактуванню дистанційної освіти FernUniversitat в Хагене (Німеччина) <http://www.fernuni-hagen.de/> і Університету Південної Африки (UNISA) <http://www.unisa.edu.au/>. Загальна кількість студентів, що навчаються в закладах ДО "британського типу", приблизно дорівнює числу студентів в "американських" закладах.

Цю модель характеризують:

- По-перше високий ступінь автономності ("дорослості") і свідомої мотивації студента, що примушує, як правило, вводити для студентів віковий ценз з 18 років.

- По-друге, переважно це стандартні курси, які можуть бути "упаковані" у виданих масовими тиражами комплектах навчальних посібників.

- По-третє, британська модель базується на нетрадиційних (для очної освіти) освітніх технологіях, що вимагають від викладача спеціальних навичок та умінь. Це стосується як індивідуальної роботи із студентами, включаючи найрізноманітніші види не лише навчальних консультацій, але і психологічної підтримки, так і проведення тьюторіалів <http://www.ou-link.ru/de/>. Для цього викладач повинен, разом з вільним володінням матеріалом декількох близьких за профілем курсів, уміти організувати шести-восьмигодинну роботу студентської групи у формі ділової гри http://liderorg.at.ua/index/struktura_dilovoji_gri_ta_jiji_konstru_juvannja_jak_kompleksna_tekhnologija_navchannja/0-941, "кейс-стаді" <http://personal.in.ua/article.php?ida=523> або "мозкового штурму" <http://shkola.ostriv.in.ua/publication/code-28806b081a960> [9,11,18].

Наслідком цих трьох базових характеристик і, в певному значенні, недоліків, або обмежень, є:

- орієнтація британської моделі передусім на навчання дорослих середній вік студентів OUUK - 34 роки;

- переважання в загальному обсязі навчальних курсів, пропонованих відкритими університетами, практико-орієнтованих курсів до університетського рівня - більш стандартних, ніж університетські, наприклад близько 2/3 курсів в OUUK - undergraduate degree <http://undergraduatedegree.org/>;

- постійне збільшення корпусу викладачів, витрати на підготовку і підвищення кваліфікації складають суттєву долю бюджету установ ДО [8].

Фактично, це означає, що британська модель більш прийнятна для середньої професійної освіти "без відриву від основної діяльності", ніж для

класичної університетської, і вимагає фінансових вкладень передусім в науково-методичне і кадрове, а не в технічне забезпечення ДО, що зрозуміло, додає, її переваги.

До інших переваг британської моделі можна віднести:

- відсутність необхідності спеціально обладнаних пристроями центрів для інтерактивної телетрансляції у філіях, тьюторіали <http://www.ou-link.ru/de/> можуть проходити в звичайних аудиторіях;
- забезпечення суттєво вищого ступеня автономності для студентів;
- чудово продуману і організовану спеціально для ДО систему атестації і моніторингу якості освіти, наслідком і свідомством якої є високі рейтинги відкритих дистанційних університетів в національних рейтингах <http://www.osvita.org.ua/abitur/entrance/ratings/8.html> [9,17].

Таким чином, для відкритої і дистанційної освіти британська модель забезпечує:

- повну реалізацію принципу незалежності від місця, часу, освітнього цензу, що виражається у формулі "Anyone, Anytime, Anywhere" <http://collegian.csufresno.edu/2010/03/17/anyone-anytime-anywhere/>;
- ефективність, передусім, для практико-орієнтованої освіти;
- відсутність потреби в наявності складної мережі зв'язку та іншої коштовної телекомунікації;
- забезпечує еквівалентний очній освіті і навіть вищий рівень якості підготовки фахівців[7].

Третій етап, початок якого належить першому набору студентів в Open University of the United Kingdom (OUUK) URL: <http://www.open.ac.uk/> в 1971 році, - етап напрацювання і затвердження класичних форм дистанційної освіти. Створення в 1969 р. Британського Відкритого університету дало значний імпульс розвитку теоретичних основ і практики ДО в світі. Ще в 1963 році тодішній лідер лейбористської опозиції Г. Вільсон виступив з пропозицією про створення радіоуніверситету, який був би консорціумом існуючих університетів. Ця пропозиція була зроблена під враженням розмаху

заочної освіти в Радянському Союзі і успіхами телевізійного навчання в США. Його пропозиція не лише не викликала позитивного відгуку з боку університетів, але й спричинила негативні відгуки. У 1966 році, коли Г. Вільсон вже два роки був прем'єр-міністром, спеціальний додаток до лондонської "Таймс", присвячений проблемам освіти, представляв ідею Вільсона як гірший зразок "нестерпної непрактичності соціалістів" <http://www.thetimes.co.uk/tto/news/> [9,18].

Проте, ідея продовжувала жити, і незабаром знайшла нову форму. У січні 1969 року був опублікований детально розроблений проект створення Відкритого університету, а в червні того ж року видана Королівська Хартія про створення Британського Відкритого університету (БВУ) як незалежного і автономного університету, що має право присвоєння вчених ступенів. Останнє рішення з'явилося безпрецедентним в історії Великобританії, де право присвоєння вченому ступеню ретельно охороняється. Воно надається у вигляді спеціальної королівської хартії вузам, що продемонстрували протягом ряду років високу якість викладання і високий рівень вимог на іспитах. Надання Королівської Хартії Британського Відкритого університету з моменту його заснування забезпечило унікальний статус цієї установи. Слід зазначити, що ряд створених лейбористами в ті ж роки технологічних коледжів змогли отримати право присвоєння вчених ступенів тільки через 20 років. Виникнення БВУ як повноцінної і повноправної академічної установи зробило значний вплив на багато країн. Уряди цих країн отримали довід в дискусії з академічним світом за визнання легітимності нетрадиційних шляхів розвитку вищої освіти. За образом і подобою Британського Відкритого університету почали створюватися університети в Австралії, Німеччині (ФРН), Ізраїлі, Індії, Іспанії, Канаді, Нідерландах, Пакистані, США, Туреччині, ПАР і інших країнах. Всього за період з 1970 по 1984 рр. в різних регіонах світу (Африка, Північна Америка, Південна Америка, Азія, Європа, Океанія) було створено 187 нетрадиційних університетів. Різне зростання кількості дистанційних університетів привело до того, що кількість

студентів денних відділень в 70-80-і роках стала меншою за кількість студентів, що навчаються без відриву від основної діяльності. Тільки у Великобританії середньорічні темпи зростання чисельності студентів, що навчаються в системі ДО, склали 10,8%, а студентів-очної форми навчання - тільки 2,3% [9,18,24].

Навчальний заклад Британського Відкритого університету став поворотним пунктом в історії сучасної дистанційної освіти. Характерною особливістю цього університету, а услід за ним і інших університетів ДО, є домінуюча роль уряду в їх створенні. Як писав згодом Г. Вільсон, вирішення про створення Відкритого університету було актом політичним. Через 30 років після створення БВУ його перший віце-канцлер лорд В. Перрі писав, що створення Відкритого університету пов'язане виключно з політичною рішучістю. Його створення було політичним актом. Академічний світ ніколи не затіяв би нічого подібного. Залучення урядів до активного планування вищої освіти є відносно новим явищем. До середини ХХ ст в центрі уваги урядів західних країн знаходилася політична проблема рівності в здобутті середньої освіти, а отже, проблема її доступності. Рішення цієї проблеми в більшості країн до середини 60-х років привело до різкого підвищення попиту на вищу освіту. Це збіглося з науково-технічною революцією, що зажадала "промислового виробництва" фахівців багатьох професій. В той же час багато університетів залишалися по суті такими ж, якими вони сформувалися на початок ХХ ст, - відносно невеликими, замкнутими в собі, автономними від суспільства і уряду [9,16,22].

Суспільний тиск, політична необхідність, віра в необмежене зростання ресурсів суспільства і в освіту, як чудовий засіб динамічного вирішення соціальних проблем, привів до грандіозного зростання витрат на вищу освіту з боку урядів західних країн в 60-70-і роки. За підрахунками спеціаліста в області закордонної освіти А.І.Галагана <http://ideashistory.org.ru/pdfs/asyl.pdf> витрати на освіту в світі загалом зросли в 1960-1985 рр. більш, ніж в 4 рази, а в розвинених країнах більш, ніж в 10 разів. За кордоном змінилося і

відношення до освіти з боку урядів і суспільств. Освіта стала чинником, який підвищує економічне зростання, що поглиблює подальший соціальний розвиток країн, вирішальний ряд глобальних проблем, пов'язаних з виживанням людства. Як розвинені, так і такі, що розвиваються країни пов'язують своє майбутнє з освітою. Перші намагаються через освіту зберегти і зміцнити свої позиції в світовому економічному просторі, другі, - звужити розрив в економічному і соціальному розвитку і вийти на світовий рівень. В процесі післявоєнного розвитку суперництво держав в економічній області перетворилося на змагання в області науки і техніки, а потім і у сфері освіти. Через це в багатьох промислово розвинених країнах світу освіта була віднесена до пріоритетних областей в інвестиційній політиці держав і монополій, що викликало швидку притоку фінансових ресурсів в цю сферу. Так, наприклад, в США за період 1966-1988 рр. витрати на освіту в цілому збільшилися з 24 млрд. до 260 млрд. доларів, а на вищу - з 7 млрд. до 11 млрд. доларів. У 1989/90 навчальному році витрати на освіту в цій країні перевищили 350 млрд. доларів, що склало половину світових ресурсів на освіту [9,18,24].

За 15-20 років чисельність професорсько-викладацького складу виросла в 3-4 рази. Проте, досить швидко виявилось, що вельми широка категорія молодих людей стала непотрібною системі вищої освіти, яка постійно розширюється, це стало особливо актуально із зростанням плати за навчання в кінці 70-х - початку 80-х рр. Проблема доступності вищої освіти швидко перетворилася на політичну. Саме на цьому фоні слід розглядати феномен виникнення крупних університетів дистанційного навчання в 70-і роки. До кінця 80-х років бібліографія по проблемах ДО <http://distant.ioso.ru/library/bibliografy/bibliografy.htm> налічувала 2 тис. публікацій лише на англійській і німецькій мовах. Проте, слід зазначити, що теоретична думка фактично не пішла далі названих нами концепцій кінця 60-х - початку 70-х років і значно відставала від практики дистанційних університетів, які вимушені були будувати свою дидактичну стратегію і тактику дослідним шляхом.

Теоретичне обґрунтування дистанційної освіти на всьому етапі його існування викликає бурхливі дискусії. Відсутність загальноприйнятої теорії послаблює ідею дистанційної освіти. Слова американського теоретика Ч. Ведемейера, опубліковані чверть століття назад, залишаються вірними і сьогодні. "До нещастя, - писав він, - вірне те, що навчання по листуванню не змогло виробити теорію, що пов'язує цю область з теорією і практикою звичайної освіти, що завдає серйозного збитку розвитку і визнанню цієї області" [Wedemeyer C.A. Characteristics of open learning systems // Open learning systems. Washington, National Association of Educational Broadcasters, 1974 <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/download/2/22>].

З іншого боку, різноманіття підходів в реалізації дистанційної освіти відкриває простір для пошуку його найбільш ефективних форм і методів. Теоретичні аспекти дистанційної освіти, в основному закладені в минулі десятиліття, стали відповіддю на консерватизм традиційних університетів, що став гальмівним чинником в системі зростаючих потреб підготовки професійних кадрів для бурхливого промислового розвитку в світі. Сьогодні ж вона визнана світовою спільнотою як "освіта XXI ст." http://ualib.com.ua/br_4039.html.

Останнє десятиліття можна виділити в особливий IV етап в ці роки йде пошук нової постіндустріальної моделі дистанційної освіти. У 90-і роки вчені цілком логічно продовжують дискутувати по традиційних, але таких, що залишаються актуальними проблемах дистанційної освіти. По оцінках Міжнародної ради з дистанційного навчання <http://www.icde.org/>, нині налічується понад 10 млн. студентів, що навчаються дистанційно. Бурхливий розвиток найновіших інформаційних систем <http://www.topaz.ho.ua/Is/isu.html> дозволяє говорити і про формування нових підходів до освіти http://www.ukraine2015.org.ua/img/library/maket_competence_ukr_ost.pdf. Про це зараз пишуть дуже багато. М. Гелл і П. Кохрейн, аналізуючи зміни, що відбулися в освіті, дійшли висновку, що навчальні заклади змушені ставати більш гнучкими і наближеними до потреб споживача. На думку цих авторів,

традиційні навчальні заклади з часом втратять своє значення як заклади освіти, якщо вони не будуть брати до уваги і використовувати можливості нових засобів подання інформації і технологій навчання [10; р. 27–29]. Освітній сектор, на їхню думку, втратить свою владу як головний елемент в забезпеченні освітою [Gell M., Cochrane P. Future Shocks. - Training Tomorrow. 1994/95. P. 27-29 <http://www.leeds.ac.uk/educol/documents/00003130.htm>].

Нова роль університетів в освіті привела американського вченого А. Остара до ідеї створення інтерактивного університету з використанням сучасних технологій як бази для сприяння подальшим змінам у системі освіти [Ostar A. Partnership Between the Interactive University and Its Constituencies. - Economic Development Review. 1991 № 9(1). P. 56-57 http://www.gdrc.org/icm/splan_ed.txt].

Проблема інтерактивності на основі використання видео- і мультимедійних технологій детально досліджувалася Р.Баркетом і Ч.Холлі [Interactive Distance Learning: Perspective and Thoughts. - Business Communication Quarterly. 1996. Dec. P. 88 <http://bcq.sagepub.com/content/59/4/88.short>].

Багато досліджень присвячено телеконференціям <http://pidruchniki.com.ua/18180520/menedzhment/tele-pres-konferentsiya> як абсолютно новому явищу в освіті. Проте пріоритет в їх дослідженні залишається за фахівцями-технологами, тоді як психолого-педагогічного обґрунтування використання такої форми навчання поки немає. З технічної точки зору проблема має такий вигляд. Проведення телеконференцій, які можуть йти і в реальному часі, може стати головною формою взаємодії як між викладачем і студентами, так і між тими, хто навчаються самі. Це можуть бути аудіо-конференції <http://www.gdenet.ru/technology/interaction/audioconferencing/1>, аудіо-графічні конференції <http://www.gdenet.ru/technology/interaction/audiographic>, видео-конференції <http://imind.com/> і комп'ютерні телеконференції <http://www.gdenet.ru/teaching/instruction/computer/1>. Модель телеосвіти <http://nrc.edu.ru/razd5/57a.html> веде до радикальних змін в

організації сучасної освіти. Це яскраво проявляється в тому, що на базі цієї моделі почала розвиватися нова організаційна форма сучасної освіти: віртуальні класи <http://e-online.in.ua/ua/virtualnyy-klass> і віртуальні університети <http://vu.net.ua/>. Телеконференцзв'язок <http://into-edu.com.ua/node/218> характеризується як "дистанційне навчання нового покоління", засноване на адекватному формуванні знань і думок в процесі групових занять або як "нова область" освіти, що якісно відрізняється і від навчання в класі, і від звичайного заочного навчання [7].

Дистанційні навчальні заклади, створені по моделі відкритого університету <http://www.univerua.rv.ua/>, розрахованого на масову аудиторію, розглядалися як економічні організації, отримуючи прибуток за рахунок розширення масштабів конвеєрного виробництва і випускаючи стандартну продукцію для стандартного споживача. Таким чином, дві моделі дистанційної освіти можна розглядувати як в основному "індустріальні", а теле- і віртуальні класи - як пов'язані з переходом до інформаційного суспільства <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=537-16>. У моделі віртуальних класів і університетів <http://vu.net.ua> повністю реалізуються ті потенційні можливості перебудови системи освіти, які мають технології телеконференцій <http://www.conferenceplus.com/>, що використовуються в навчальних цілях. Ці технології дозволяють групам студентів і окремим студентам спілкуватися з викладачами і між собою, знаходячись на будь-якій відстані один від одного. Такі сучасні засоби комунікації доповнюються комп'ютерними навчальними програмами типу мультимедіа <http://www.mon.gov.ua/education/higher/topic /npr>, які заміщають друковані тексти, аудіо- і відеоплівки. Внаслідок цього людина може отримувати навчальну інформацію <http://www.svitosvit.ua/> з багатьох різних джерел. Поява такої моделі дистанційного навчання веде до того, що освіта здійснюється не лише на відстані, але і незалежно від якого-небудь закладу. Хоча модель віртуальних класів і університетів є надзвичайно молодою, фахівці вважають її достатньо перспективною. Так, вони відзначають, як

малоймовірно те, що, в поточному десятилітті з'явиться значне число нових відкритих університетів (за зразком університетів 70-80-х рр.). Набагато вірогідніше виникнення ряду нових дистанційних університетів як свого роду мережевих консорціумів <http://nttn.org.ua/?idp=62>, які, принаймні, в економічно розвинених країнах <http://dt.ua/articles/61440>, користуватимуться комп'ютерними мережами і/або супутниковими технологіями <http://www.satline.ua/>. В Європі вже розроблений ряд подібних ініціатив, зокрема передбачуваний Французький відкритий університет <http://www.schillerparis.com/> або навіть Європейський відкритий університет <http://www.europeanopenuniversity.com/> (експериментальний проект Комісії Європейського Співтовариства за програмою DELTA). Чи будуть реалізовані ці технологічні мрії створенням достовірно глобального університету покаже час [Перспективи: Питання освіти. - Париж, 1992. № 3. С. 78].

Нова модель освіти ще не реалізована повністю і не отримала завершеного теоретичного обґрунтування. Вона стикається з істотними труднощами, зокрема, з проблемою отримання суспільного визнання, права видавати дипломи і сертифікати, привласнювати відповідні ступені (проблема акредитації віртуального університету) <http://www.prosv-ipk.ru/>. Подолання цих труднощів і повний розвиток моделі віртуального університету означатимуть глибокі зміни в організаційній структурі сучасної освіти. Віртуальний університет не має навчальних корпусів і студентських гуртожитків, кампусів, не має кабінетів адміністративних працівників і актових залів; він складається з груп адміністраторів, розробників курсів, викладачів, технологів, що співпрацюють, і студентів, що навчаються, всі вони розділені великими відстанями, часто національними межами, але разом працюють і інтерактивно <http://distancionnoeobuchenie.com/interaktivnye-texnologii-obucheniya/> навчаються, використовуючи сучасні телекомунікативні технології. Очевидно, що ця модель означає великий прогрес відносно інтернаціоналізації освіти і доступності навчання <http://www.iaeste.org.ua/index.php/internatsionalizatsiya-osviti> [7,12].

Зрозуміло, ДО кожного наступного етапу, або наступне покоління ДО, не скасовує ДО попереднього покоління (яке продовжує існувати), а лише "знімає" його, тобто інтегрує його визначення, впливаючи, втім, на зміну раніше існуючої форми. Дистанційна освіта другого покоління - радянська система заочної освіти http://zerna.at.ua/publ/radjanska_i_suchasna_sistema_osviti/1-1-0-19 , на етапі свого становлення і самовизначення зберегла безпосередню спадкоємність з першим періодом. Радянська система заочної освіти, що стала історично першою державною системою дистанційної освіти і що випустила за час свого існування мільйони дипломованих фахівців, була, окрім цього, відтворена у всіх країнах соціалістичної співдружності, і по багатьом підставам і історично, і логічно, може вважатися за пряму попередницю третього покоління кореспондентної ДО, початок якої належить Відкритому Університету Великобританії. Британський Відкритий Університет до цих пір залишається одним з найбільших і, безумовно, найавторитетнішим центром дистанційної освіти в світі, свого роду "еталоном", або "палатою мір і ваги" <http://www.bipm.org/> відкритої ДО. Він став таким значною мірою завдяки конструктивному синтезу попередніх моделей дистанційної освіти, з'єднавши:

- принцип автономії і пріоритету освітніх потреб і інтересів студента, властивий кореспондентським школам і "зовнішнім відділенням";
- властиві радянській заочній освіті принципи системної організації і поєднання особливим чином організованих очних занять з планомірною самостійною роботою студентів в рамках освоєння основних професійних освітніх програм;
- характерний для всіх моделей ДО, але, можливо, в найбільшій мірі - для "зовнішніх відділень" <http://www.adlnet.org/> американських університетів, принцип максимально можливого використання, у поєднанні з традиційними кореспондентськими методами, сучасних засобів телекомунікацій і технологій виготовлення навчальних матеріалів [8].

Інтегральною є і організаційна форма ОУУК, що з'єднав структуру і принципи управління класичних британських університетів з характерними для заочних вузів спеціалізованими підрозділами, мережею філій і консультаційних пунктів і типовими для кореспондентських шкіл <http://eshko.ua/> маркетинговими і дистрибутивними службами. Нарешті, самим своїм заснуванням Відкритий Університет Великобританії зобов'язаний синтезу політичної волі спочатку, як вже наголошувалося, прем'єр-міністра Великобританії Г.Вільсона, а потім, під час зміни кабінету в 1970 р., М.Тетчер, що стала держсекретарем за освітою, і приватної ініціативи, у витоків якої стояла ціла плеяда видатних педагогів і учених: англійці Г.Уїлтшир, У.Джеймс, У.Пері, що керував у той час Wisconsin University Extension американець Ч.Ведемейер, директор Хермодса <http://hermods.se/> швед Б.Холмберг <http://www.eden-online.org/contents/conferences/research/barcelona/Holmberg.pdf>. Результатом цього різнопланового синтезу, в рамках якого окремі елементи раніше існуючих моделей кореспондентської ДО не лише були інтегровані, але і отримали глибоку методичну розробку і теоретичне осмислення, став новий рівень конкретизації поняття дистанційної освіти, реалізованої в єдиній, високотехнологічній дидактичній системі, що отримала назву "Британська модель" [http://www.nagcbrtain.org.uk/_file_upload/GT%20English%20Model-deborah-eyre%20\(2\).pdf](http://www.nagcbrtain.org.uk/_file_upload/GT%20English%20Model-deborah-eyre%20(2).pdf) [8,14,18].

При цьому основні принципи навчання на відстані залишилися незмінними. Як і в моделях кореспондентської ДО першого і другого покоління, дистанційна освіта трактується в британській моделі як особлива форма освіти. Заснована на самостійному навчанні студента. Яка вимагає створення комплектів спеціальних навчально-методичних і атестаційних матеріалів, що вивчаються. Освітні технології, покладені у фундамент Відкритого Університету Великобританії, стали, по суті справи, британською національною системою відкритої дистанційної освіти. Що в свою чергу спровокувало рідкісний по силі міжнародний резонанс від його створення і

радикальну зміну уявлення про дистанційну освіту у всьому світі. Зміна поняття дистанційної освіти, в якій педагоги, керівники національних освітніх систем, політики вже до середини сімдесятих років побачили самостійну форму освіти, здатну вирішити цілий комплекс соціальних проблем, що стоять перед сучасним постіндустріальним, а потім і інформаційним суспільством, можна вважати за основний підсумок третього періоду еволюції кореспондентської ДО [1,8].

Історія традиції трансляції істотно коротша - і хронологічно, і логічно. Її підсумком стало виникнення специфічного, передусім, американського трактування дистанційної освіти, і, хоча географія трансляції ДО зовсім не обмежується США, досить згадати китайський радіо- і телеуніверситет <http://www.edu.cn/20010101/21803.shtml> або японський ефірний університет <http://www.ouj.ac.jp/eng/>, приклади її американської історії дають достатньо повне уявлення про розуміння дистанційної освіти в цій традиції в цілому. У дев'яності роки, а фактично, в другій половині дев'яностих років, завдяки прогресу комп'ютерів, комп'ютерних мереж, бурхливому зростанню інформаційних і комунікаційних технологій, зокрема, появі і розповсюдженню DVC - цифровій відео комунікації <http://www.pcg.org.ua/dcu> (або "стислого відео"), до телеуроків <http://teleurok.narod2.ru/> додалися відеоконференції, що дозволяють за допомогою Інтернет бути присутнім і брати участь в режимі реального часу на лекціях, семінарах, іспитах, фізично знаходячись на відстані в тисячі кілометрів від освітньої установи http://www.webmeetings.ru/tags/video_kommunikacii/. Лідером серед компаній, що здійснюють розробку, реалізацію і технічну підтримку систем DVC і відеоконференцій, зокрема, для університетів і коледжів, є американська компанія VTEL Corporation <http://www.vtel.com/>. Це були роки, коли, по іронічному виразу Т. Бейтса: "Дистанційна освіта... перестала бути непристойним словом, ставши чимось таким, чим всі ми займаємося публічно". (Tony Bates. The Impact Of Technological Change On Open And

Distance Learning.4 - 6.12, 1996 <http://bates.cstudies.ubc.ca/papers/brisbane.html>) [9,20].

Модель трансляції ґрунтується на ідеї принципової єдності дистанційної і очної освіти як форм навчання, стосунків, що не відрізняються за типом, існують між студентом і викладачем в рамках освітнього процесу, а отже, заснованих на загальній дидактиці і однакових формах навчальних занять. Дистанційна освіта - навчання на відстані - забезпечується, згідно цієї моделі, трансляцією на відстань за допомогою сучасних засобів телекомунікації традиційних очних занять: лекцій і семінарів. Це дозволяє на порядок а з допомогою аудіо і відеозапису - на декілька порядків, збільшити місткість навчальних класів і аудиторій. Вдосконалення і розвиток такої форми дистанційної освіти здійснюється в основному завдяки прогресу засобів і каналів телекомунікації <http://www.ipvs.ru/>. Вони підсилюють ефект присутності віддаленого від кампусу студента в реальній класній кімнаті або аудиторії. Такі технології розширюють можливості участі у віддаленій лекції або семінарі через розвиток систем зворотного зв'язку, яку називають – інтерактивність <http://distancionnoeobuchenie.com/interaktivnye-texnologii-obucheniya/>. Модель трансляції набула широкого поширення, насамперед, в Сполучених Штатах, була покладена в основу організації дистанційної освіти у французькому CNED <http://www.cned.fr/> (Національному центрі дистанційної освіти), у восьмидесятих - першій половині дев'яностих років грала переважаючу роль в Китаї (на базі телебачення) і визначає, на рівні ідеології підхід до дистанційної освіти в українських університетах, які є лідерами розвитку ДО серед українських вузів, наприклад, в Національному технічному університеті «ХПІ» <http://www.kpi.kharkov.ua/>, Хмельницькому національному університеті <http://www.tup.km.ua/> та інших [4,8,12].

Сильна сторона моделі трансляції полягає, перш за все в тому, що вона робить можливим доступ суттєво ширшої студентської аудиторії до лекцій (доповідям, конференціям, семінарам), які читають або в яких беруть участь провідні вчені або видатні лектори. Надається можливість бути присутнім

при унікальних або практично унікальних наукових і освітніх подіях. Наприклад усних виступах перед аудиторією <http://www.management.com.ua/interview/int211.html>, які не тиражуються і навряд чи тиражуватимуть в якому-небудь підручнику або навчальному посібнику. Тобто мова йде про живу думку оригінальною по своїх знаннях і складі розуму особистості. Ситуація такої унікальної лекції, курсу лекцій <http://www.syto.com.ua/uk/videoteka.html>, єдиного у своєму роді семінару характерна, насамперед, для великих університетів, які мають своїх професорів, керівників наукових шкіл або просто активно працюють і генерують нові ідеї оригінальних вчених. Тому центрами розповсюдження і застосування моделі трансляції ДО в професійній освіті стали, передусім, великі університетські центри <http://www.tntu.edu.ua/?l=uk&p=structure/centres>, де ідея трансляції очних занять найбільшою мірою виправдана. Втім, існують і прозаїчніші ситуації, коли модель трансляції ДО логічно і економічно виправдана. Наприклад, вона широко практикується у ВС США, де при навчанні і підвищенні кваліфікації військовослужбовців широко використовуються системи супутникового і кабельного телебачення, а в останні п'ять років - комп'ютерні відеоконференції: при розвиненій системі відео- телекомунікації швидко змінну (і не секретну) частину навчальної інформації раціонально передавати у вигляді трансляції усної лекції <http://www.orthodox.co.ua/?p=50>, чим в тій або іншій формі готувати навчальний текст. Зрозуміло, можливості відеотрансляції дозволяють, окрім цього, активно включати в лекції відеосюжети і різного роду наочні матеріали (карти, таблиці, схеми і так далі), що також складає перевагу моделі трансляції. До недоліків моделі трансляції слід віднести, насамперед, високу вартість створення і експлуатації телекомунікаційних мереж і обладнання. Навіть у США - при високорозвиненій телекомунікаційній індустрії і активному просуванні найбільшими телекомунікаційними корпораціями своєї продукції і послуг на освітньому ринку, при відносно недорогому програмно-апаратному забезпеченні <http://www.ecsor.com.ua/> і багаторічній традиції використання

супутникового і кабельного телебачення в шкільній і професійній освіті, - вартість дистанційної освіти, як правило, вище, ніж вартість очної, або не нижче за неї [6,8,10,15].

Другий недолік, безпосередньо пов'язаний з першим, - необхідність в мережі спеціальних філій, обладнаних для прийому прямих трансляцій і інтерактивного <http://distancionnoeobuchenie.com/interaktivnye-texnologii-obucheniya/> зв'язку з лектором, без чого ефективність і сама можливість моделі трансляції різко зменшуються. CNED <http://www.cned.fr/>, наприклад, створював таку мережу більше двадцяти років, і лише на обслуговуванні її у Франції зайнято більше п'яти тисяч чоловік. Необхідність у філіях, крім того, сильно обмежує мобільність студентів. Зрозуміло, що хоча лектор і знаходиться інколи на значній відстані від аудиторії, заняття, переважно, все одно вимагають присутності студентів в певний час у визначеному місці. Тому модель трансляції, за межами університетської освіти, застосовується найчастіше у великих корпораціях, філії яких обладнані спеціальними навчальними класами. Це дозволяє оперативно проводити заняття по підвищенню кваліфікації, практично не покидаючи робочих місць[5,8].

Третій недолік моделі трансляції має дидактичну природу. Оскільки мова йде про трансляцію лекції, заняття "на відстані", з віддаленим лектором, ця модель носить переважно пасивний характер, який із збільшенням кількості студентів тільки посилюється. Решта всіх складових повноцінної освіти, поряд з лекціями, це активні заняття типу семінарів, колоквиумів, самостійна робота, регулярні консультації і різноманітні форми і етапи атестації, - шляхом трансляції не забезпечуються і вимагають особливої, додаткової організації і забезпечення. У результаті доводиться йти або на доповнення дистанційних лекцій традиційними очними заняттями і атестаційними процедурами, що зводить до мінімуму переваги дистанційної освіти (просто заняття і іспити проходять не в крупному освітньому центрі, а в його філіях), або створювати їх віртуальний аналог і організувати та забезпечувати активні групові заняття і консультації в комп'ютерних

мережах, розробляти електронні підручники <http://studentam.kiev.ua/>, створювати електронні бібліотеки <http://pidruchniki.com.ua/> і так далі. Це, окрім необхідності значних додаткових інвестицій, спричиняє за собою суттєве обмеження числа студентів. Оскільки, по-перше, для активної спільної роботи в мережі їх необхідно ділити на невеликі групи, не більше 20 чоловік, це вимагає відповідного збільшення спеціально підготовленого корпусу викладачів, а по-друге, що істотніше, припускає у студентів матеріальну можливість, уміння і бажання працювати з навчальною інформацією в комп'ютерній мережі, а таке поєднання навіть в комп'ютеризованих Сполучених Штатах зустрічається далеко не на кожному кроці. У зв'язку з цим показовий приклад віртуального Університету Західних Губернаторів <http://www.wgu.edu/>, засновниками якого - губернаторами західних штатів США - було вкладено в його створення 13 млн. дол., студентів же в першому (1998/99) навчальному році на 130 курсів удалося набрати всього 120. Недостатній рівень забезпечення американських сімей персональними комп'ютерами і відносно низький рівень готовності студентів і викладачів до використання в навчанні комп'ютерних технологій, включаючи Інтернет-технології, про це йдеться у доповіді підготовленій для національної Ради з акредитації у вищій освіті (CHEA) <http://www.chea.org/> американським Інститутом політики в області вищої освіти <http://www.amhighed.com/>, як основна перешкода поширення ДО в США. Чи варто говорити, що в цьому відношенні становище речей в Україні на порядок гірше <http://confesp.fl.kpi.ua/node/1031> [3,9].

Нарешті, сама ідея моделі трансляції, що полягає, по суті справи, в ідеї відтворення традиційних очних занять і їх навчального забезпечення за допомогою сучасних засобів інформації і телекомунікації, містить в собі принципове обмеження, що постійно повертає до проблеми якості дистанційної освіти. При найдосконаліших інформаційних і комунікаційних технологіях, еквівалентність теле або відеолекції, віртуального семінару, комп'ютерного іспиту, електронної бібліотеки або підручника їх традиційним

очним аналогам залишається під питанням, оскільки мова йде про електронні аналоги, порівняно з якими оригінал завжди володіє відомою перевагою. У іншій доповіді CHEA <http://www.chea.org/> того ж американського інституту констатувалося, що жодне з досліджень ефективності і якості дистанційної освіти, що проводилися в США з 1990 р. (а досліджувалася, природно, американська - трансляція - модель), не може бути визнано достовірним і не містить переконливих доказів еквівалентності ДО традиційній освіті on-campus <http://www.uh.edu/spiffs/on-campus.php> [6,7].

Таким чином, модель трансляції ДО виправдана перш за все на рівні університетської освіти. Переважно якщо мова йде не про додаткову освіту <http://www.ippk.npu.edu.ua/> або інформаційно-просвітницькі курси. Наявність кошовної мережі обладнаних філій та технічного обладнання залишає відкритим питання про рівноцінність якості і ефективності ДО відповідним показникам очної освіти.

Через істотні відмінності між британською (технологічною) і американською (трансляцією) моделями поняття дистанційної освіти залишається подвійним, оскільки при визначенні ДО, як правило, мається на увазі та або інша модель - залежно від того, якій традиції належить автор визначення. Так само диференціюється відповідно до двох традицій набір і сенс інших понять, що описують організацію і учасників навчального процесу при навчанні на відстані. Отже, існує два підходи до дистанційної освіти. Ми можемо підсумовувати їх в трьох позиціях:

По-перше, один підхід до дистанційного освіти зосереджено на груповому навчанні; інший - орієнтований на індивідуальне навчання. Незалежно від винайдених термінів: розподілене, кореспондентне, гнучке, заочне (домашнє) навчання (home-study), навчання у віддаленій аудиторії (remote-classroom teaching), теле-освіта (tele-education), кероване навчання і т.д., - дистанційна освіта все ще зводиться до цих двох традицій: індивідуального навчання або групового навчання - і вони дуже різні.

По-друге, ключова відмінність полягає в тому, що підхід, орієнтований на групове навчання, заснований на синхронному зв'язку. Викладачі і студенти повинні зв'язуватися між собою в режимі реального часу. Підхід, орієнтований на індивідуальне навчання, заснований на асинхронному зв'язку. Освітнє середовище створюється скрізь, де б студентів ні доводилося бути, переважно позааудиторією, удома, в найближчій шкільній бібліотеці або на робочому місці.

По-третє, ще одне важливе слідство полягає в наступному. При груповому навчанні викладач спілкується із студентами в мережі аудиторій в режимі реального часу. Таким чином, це форма освіти, в центрі якої знаходиться викладач. Якщо ви створюєте систему, що забезпечує з'єднання викладача з множиною віддалених груп, ви повинні вибудовувати її навколо викладача. Підхід, орієнтований на індивідуальне навчання, відтворює навчання в тисячах місць - таким чином, в центрі його виявляється студент. Тут необхідно проаналізувати, з чого складається ефективно індивідуальне освітнє середовище для того хто вчиться [4,9,11,14,22].

Автори існуючих глосаріїв ДО явно або неявно, слідуєть одній з традицій, визначаючи терміни відповідно до значень, прийнятих в контексті однієї з моделей, або дають звідні, комплексні визначення. При іншому підході, неоднозначність термінології ДО формулюється в рамках єдиного визначення.

Оскільки обидві моделі цілком правомірні і широко застосовуються в світовій освітній практиці, використовуються переважно для різних рівнів освіти і різних контингентів студентів, загальний, такий, що має офіційний характер, термінологічний стандарт ДО, повинен будуватися з огляду на ту чи іншу моделі і задавати два рівноправні ряди понять і значень, з вказівкою, про яку модель йде мова.

В порядку короткої історико-термінологічної довідки, що знімає ряд непорозумінь, пов'язаних з різним слововживанням, слід нагадати, що термін "дистанційна освіта" був вперше використаний Університетом штату

Вісконсін в каталозі заочних (кореспондентських) курсів 1892 року і має американське походження. Тому 1892 рік вважається за дату народження (або хрещення) ДО.

Приблизно до середини 70-х - початки 80-х років, тобто, до початку формування описаної вище американської моделі ДО, термін "дистанційна освіта" використовувався виключно як синонім термінів "кореспондентське навчання", "домашнє навчання" (home-study), "незалежне навчання" (independent study) або як їх узагальнюючий еквівалент - і так же, як ці терміни, перекладався українською мовою словосполученням "заочне навчання", будучи досить точним англо-американомовним аналогом цього українського терміну. У подальші роки, залишаючись узагальнюючим найменуванням всіх форм, включаючи ту форму, яку додав заочному навчанню Відкритий університет Великобританії, термін "дистанційна освіта" придбав додаткове (друге) значення, ставши одночасно найменуванням американської моделі ДО, що є, як вже наголошувалося, по суті, різновидом очної або очно-заочної форми здобування освіти, заснованої на застосуванні телекомунікаційних технологій. Бурхливий розвиток американської моделі в США другої половини 90-х років привів до того, що друге значення витіснило перше у США і в орієнтованій в ці роки на США Україні, посиливши неоднозначність поняття ДО [24].

Ця неоднозначність, або двозначність мала своїм наслідком непорозуміння і породжені цими непорозуміннями, численні дискусії, що ведуться до цих пір, з приводу легальності поняття дистанційної освіти в Україні, ототожнення ДО з технологією або особливим освітнім середовищем, відмінностей ДО від заочного навчання. Проте, варто розвести поняття заочної освіти в різних її модифікаціях і дистанційної освіти, заснованої на телекомунікаційних технологіях. Тоді стає очевидним, що:

- Дистанційна освіта як заочна, тобто, в початковому значенні, давно легалізовано і мова йде про дві різні, англо-американську і українську назви для принципово єдиної форми здобування освіти. Що, відповідно, не

відміняє необхідності розвивати і перетворювати українську систему заочної освіти, враховуючи сучасну світову освітню практику. Проте, залишається відкритим питання про необхідність зміни закону заради заміни українського терміну, що вийшов з вживання, на популярніший англо-американський синонім або легалізацію терміну ДО нарівні із заочною освітою.

- При визначенні ДО як технології і особливого освітнього середовища, мається на увазі американська модель, для якої застосування телекомунікаційних технологій є специфічною ознакою, що відрізняє ДО від традиційної форми очної освіти *on campus*. Це, проте, не робить "технологію" і "середовище" родовими поняттями для дистанційної освіти, навіть в його американському трактуванні, оскільки, при всій різноманітності тлумачень, ДО залишається формою освіти, що і є для неї логічним родом. У цьому сенсі правильним було б визначення американської моделі ДО як специфічної моделі очної або очно-заочної форми освіти, заснованої на застосуванні телекомунікаційних технологій. Для легалізації цієї моделі ДО - тобто нормативно обґрунтованого введення в освітню практику потрібно розробити її повноцінне нормативно-методичне забезпечення як різновиди встановлених Законом форм здобування освіти, включаючи вимоги до ліцензування і атестації [5,9,18,24].

Аналіз поняття і моделей дистанційної освіти спонукають до наступних висновків:

1. Дистанційна освіта - це форма освіти, що відрізняється від інших форм способом здобування (надання) освіти, або характером освітньої комунікації, здійснюваної в основному на відстані. Інформаційні і комунікаційні технології (медіа), використовувані в дистанційній освіті, є його засобами, склад і питома вага яких міняється залежно від технологічного прогресу, ступеню доступності студенту, моделі організації навчального процесу. Набор яких-небудь вживаних конкретних медіа не є критерієм або видовою ознакою, дистанційної освіти.

2. Термін "заочна освіта" і термін "дистанційна освіта" позначають одну і ту ж форму освіти, що дозволяє розглядати ці два терміни як синоніми.
3. В історії і сучасній практиці дистанційної освіти існує декілька різновидів (моделей) організації освітнього процесу, що розвивалися в рамках двох альтернативних традицій, в основі яких лежать принципово різні ідеї, або трактування ДО це трансляція і кореспондентська освіта. Принципова відмінність цих трактувань приводить до істотних відмінностей в складі і значеннях термінів, що описують різні моделі дистанційної освіти, зокрема, в значенні терміну "відкрита освіта". Програми розвитку відкритої і дистанційної освіти повинні враховувати ці відмінності;
4. Прийнята в Україні модель заочної освіти і екстернату, що сформувалася за радянських часів, є однією з історичних різновидів дистанційної (заочної) освіти, що склалася в руслі кореспондентської традиції. Відповідаючи потребам індустріального соціалістичного суспільства, радянська система заочного навчання впродовж більш ніж сорока років займала провідні позиції в світі як найчисленніша по числу студентів, визнана державою система дистанційної освіти. Разом з тим, "закритий" характер організації навчального процесу, що виражається в низькому рівні автономії студента відносно термінів, місця отримання, форми і змісту освіти, технологізації, невиправдано велика кількість пасивних очних занять, загальна для всієї радянської системи освіти репродуктивна парадигма, слабо розвинена організація студентської підтримки в сучасних умовах помітно знизили ефективність заочної освіти.
5. Оптимальною для вирішення сучасних освітніх завдань, задоволення освітніх потреб зацікавлених в їх отриманні соціальних категорій, є відкрита модель асинхронного індивідуального ДО третього покоління - сучасна форма так званої британської моделі. Розвиток дистанційної освіти повинен здійснюватися як перехід від "закритої" моделі ДО другого покоління (моделі заочного навчання і екстернату) до відкритої моделі третього покоління [5,8].

Питання для самоконтролю

1. Розкрийте історичний синтез дистанційної освіти?
2. Надайте короткий опис генезису кореспондентної освіти?
3. Опишіть три етапи еволюції поняття дистанційної освіти.
4. Розкрийте особливості дидактики щодо кореспондентських шкіл?
5. Опишіть особливості дидактичної моделі ДО. Яку другу назву вона має?
6. Що характеризує дидактичну модель ДО?
7. Опишіть особливості британської моделі ДО.
8. Які переваги має британська модель ДО порівняно з іншими моделями ДО?
9. Модель трансляції ДО та її особливості, переваги і недоліки.

§ 1. 3. Закордонні концепції дистанційної освіти

Теорія "технологізації освіти"

Основні положення теорії "технологізації освіти" були сформульовані в 60-і роки професором Хагенського заочного університету <http://www.fernuni-hagen.de/> О.Петерсом. Це була перша серйозна спроба осмислити в цілому проблему ДО і визначити її місце в системі освіти. У подальші десятиліття О.Петерс продовжував дослідження у цьому напрямі (Peters O. *Founding The Open Universities*. New Delhi, Sterling Publishers Private, Ltd., 1997).

Широкомасштабне дослідження закладів дистанційної освіти всіх видів в 60-і рр. привело О. Петерса до гіпотези, що ДО слід порівнювати з індустріальним виробництвом товарів. Він запропонував нові категорії для аналізу, взяті з економічної і індустріальної теорії. В цьому сенсі ДО розглянута як нова форма "індустріалізованої і технологізованої освіти", а звичайна, традиційна освіта вважається за передіндустріальну форму навчання. Він вважає за історичну закономірність виникнення різних форм ДО і індустріалізації суспільства. Теорія О.Петерса починається з дидактичного аналізу. У його дослідженнях ДО розглядається не як метод, а як певна область додатка освітніх зусиль. У своєму аналізі дидактичної структури ДО О.Петерс слідує концепції двох німецьких педагогів - П.Хеймана і В.Шульца, засновників Берлінської дидактичної школи, які стверджують, що всі процеси навчання можуть бути проаналізовані в рамках п'яти структурних елементів: цілей, змісту, методів, засобів, людських передумов. Він приходить до висновку, що по всіх цих елементах звичайне навчання і ДО значно відрізняються один від одного. Аналіз освіти на відстані в термінах загальноприйнятої теорії навчання виявився невдалим і непродуктивним. О.Петерс стверджує, що при аналізі дистанційної форми освіти традиційні педагогічні концепції можуть бути використані лише частково, і тому слід шукати для аналізу цієї форми освіти нові підходи і

категорії. При значній кількості студентів ДО, писав О.Петерс, викладачі, які розробляють навчальні курси, повинні звільнитися від інших функцій, таких як перевірка знань, консультування і тому подібне. Тобто це розподіл праці, завдяки якому досягається висока ефективність програм, що розробляються. Велику роль в ДО грає і стандартизація. Її прояв, перш за все, в тому, що об'єктивні вимоги всієї структури навчального курсу домінують над особистими уподобаннями викладача. Суть дистанційної освіти, із його точки зору, полягає в тому, що на зміну навчання елітарному, ієрархічному, заснованому на особистій комунікації в малій групі і прив'язаному до певного місця і часу приходить демократична, орієнтована на масову аудиторію, вільна від просторово-часових обмежень дистанційна освіта. Визнаючи всю "людяність" традиційної системи навчання і всю "неприродність" індустріальної ДО, він рахував її єдиною можливою в епоху соціального замовлення на високий рівень освітньої підготовки населення в цілому[3,9,16,24].

Категорій індустріальної теорії застосовані О.Петерсом до дистанційної освіти привели до висновку, що ця форма освіти є найбільш індустріалізованою, а теорія індустріалізації є її найкращим поясненням. Він стверджує, що кожен, хто професійно займається сьогодні освітою, повинен визнати, що існують дві абсолютно різні форми навчання: традиційне, засноване на міжособовій комунікації та індустріалізоване, яке базується на технічних і промислових формах комунікації. На думку фахівців, що розглядають дистанційну освіту як специфічний продукт епохи індустріалізації концепція О.Петерса є найбільш вдалою і розвиненою, серед багатьох спроб побудувати систематичну теорію дистанційної освіти. Її структура в значній мірі визначається тими ж принципами, які управляють індустріалізацією трудового процесу у виробництві товарів. Це означає, що дистанційне навчання знаходиться під сильним впливом таких принципів, як, наприклад, раціоналізація, розподіл праці, виконання окремих завдань

фахівцями в кожній конкретній області, механізації і автоматизації. Деякі з рис просто схожості наприклад:

- розробка курсів для дистанційного навчання така ж важлива, як підготовча робота, у виробничому процесі;
- ефективність навчального процесу також залежить від ретельного планування і відповідної організації, як і на плановому виробництві;
- функція викладача розділена на декілька підфункцій, які виконуються фахівцями, як, наприклад, в ході виробничого процесу на конвеєрі;
- дистанційна освіта може бути економічно вигідна, тільки якщо кількість студентів значна, відповідно - масова освіта відповідає масовому виробництву;
- як і у випадку з виробничим процесом, дистанційна освіта потребує капіталовкладень, концентрації всіх доступних ресурсів і в кваліфікованому централізованому управлінні [4,7,12,18].

Отже, дійсно твердження про те, що дистанційна освіта - в порівнянні з іншими формами – є найбільш індустріалізованою формою освіти, виправдано. Ця особливість відокремлює її від традиційного особистого викладання перед класом або групою, яке може бути назване доіндустріальним - тобто структурно подібним до праці ремісника. Сприймаючи дистанційну освіту саме таким чином, можна стверджувати, що ця специфічна форма навчання є найбільш прогресивною, оскільки вона засвоїла потужні характеристики епохи індустріалізації - чого ніяк не можна сказати про класичні школи, коледжі, університети. Більш того, можна стверджувати, що ця структурна специфіка робить дистанційну освіту особливо відповідною для виконання деяких великих завдань освіти в майбутньому, таких як продовження освіти для дорослих, які заробляють собі на життя [5,8].

Однак, не має одностайної підтримки даної концепції серед фахівців. Справедливо і закономірно виникають такі питання, як, чи живемо ми все ще в епоху індустріалізації або постіндустріального розвитку? Чи не добігають

принципи індустріалізації до свого кінця? Чи не застаріла методика аналізу структуру дистанційної освіти в термінах індустріалізації? Можливо, настав час досліджувати дистанційну освіту методами постіндустріальних виробничих процесів? І, нарешті, якщо дистанційна освіта повинна пристосуватися до постіндустріальних тенденцій і очікувань в майбутньому, щоб йти в ногу з новим розвитком суспільства, на що вона буде схожа? Теорія О.Петерса, розроблена в 60-х рр., в наші дні піддається критиці з боку відомих педагогів (С.Ейман, К.Ребель, М.Хамман і ін.), які вважають, що вона непридатна у наш час через істотні зміни, що сталися в суспільстві за останні десятиліття. Сам О.Петерс не вважає свою модель за ідеальну і бачить необхідність в її коректуванні з урахуванням кардинальних змін, що відбуваються сьогодні в світі. Найбільш сильні корективи до позиції О. Петерса внесла сама практика суспільного розвитку. Адже, суспільство приділяє велику увагу освітнім потребам кожного студента, потребуючи максимальної гнучкості навчального процесу. Дистанційні навчальні заклади за типом відкритих університетів, розраховані на масову аудиторію і розглядалися О.Петерсом як економічні організації, які отримують прибуток за рахунок розширення масштабів конвеєрного виробництва. Тобто випускають стандартну продукцію для стандартного споживача. Сьогодні ж головним напрямом розвитку ДО стає диверсифікація освітнього продукту на рину освітніх послуг[3,9].

Теорії "автономії і незалежності навчання"

Концептуальні основи теорій автономності і незалежності навчання були створені:

- Р.М.Деллінгом - професором Інституту "навчання на відстані" при Тюбінгенському університеті <http://top-science.org.ua/2010/06/24/universitet-tyubingena/>, ФРН;
- Ч.А.Ведемейером - професором університету Вісконсін <http://www.wisc.edu>, США;

▪ М.Дж.Муром (Пенсільванський університет) <http://www.upenn.edu/> - директором Американського центру ДО (ACSD) <http://www.ed.psu.edu/acsde/>, засновником і видавцем "Американського журналу ДО" (AJDE) <http://www.ajde.com/>.

Р.Деллінг розглядує навчання на відстані як сплановану і систематичну діяльність, що включає вибір, дидактичну підготовку і надання навчальних матеріалів, а також спостереження і надання допомоги студентам в їх навчанні, долаючи відстані між студентом і викладачем за допомогою різних засобів зв'язку. Центральне місце в теорії Р. Деллінга займає концепція зворотного зв'язку в двосторонній комунікації. Він відзначає істотну відмінність між можливостями монологічного навчання через книги, газети, журнали, документальні фільми, радіопередачі, самостійне опанування навчальних курсів і інші матеріали і можливостями діалогового навчання, через традиційне шкільне навчання, бесіди, листи з відповідями. Монологічне навчання базується на односторонній комунікації, тоді як діалогове - на двосторонній. Властивостям дистанційної освіти притаманні лише декілька характеристик "звичайного навчання", оскільки в системі немає викладача. Водночас, функції по наданню допомоги студенту в його навчанні відповідною організацією, виконуються за допомогою різних засобів зв'язку. Р.Деллінг зводить до мінімуму роль викладача і навчального закладу, а головну ставку робить на автономію і незалежність студента. Він виступає за те, щоб вивести ДО за рамки теорії традиційного навчання [6,9].

Помітний внесок в розробку теорії ДО вніс Майкл Грем Мур <http://www.eurodl.org/?article=374> . Його погляди близькі Р.Деллінгу і базуються також на двох змінних - "автономії" і "відстані". Майкл Грем Мур виділяє три елементи: студент, викладач, засоби комунікації, які по своїм характеристикам відрізняються від аналогічних елементів при інших формах освіти. За оцінкою Майкла Грем Мура навчальні програми можуть бути віднесені до програм ДО, якщо забезпечують двосторонній зв'язок між викладачем і студентом і відповідає його потребам. Залежно від того,

викладач чи студент визначає цілі, методи навчання і методи оцінки успіхів студента, Майкл Грем Мур <http://www.c31.uni-oldenburg.de/cde/e-reserves/601.htm> класифікує навчальні програми по ступеню автономності студента. Так, він вважає за незалежне навчання будь-яку навчальну програму, в якій студент має, принаймні, однаковий вплив на визначення цілей навчання, методів навчання і методів оцінки. М.Мур вважає, що визначати незалежне навчання тільки в термінах відстані було б помилкою. Він стверджує, що автономія студента є такою ж важливою складовою як в навчанні по листуванню, так і для інших форм дистанційного навчання, і запропонована ним класифікація освітніх програм характеризується двома складовими: "дистанцією" і "автономією". Незалежне навчання - це, на думку М.Мура <http://www.c31.uni-oldenburg.de/cde/found/moore93.pdf>, освітня система, в якій студент займає автономне положення і відокремлений від викладача в часі і просторі. А діалог між ними здійснюється тільки технічними засобами [3,9].

Аналізуючи теорію в цілому, можна стверджувати, що один полюс теоретичної позиції М.Мура <http://www.c31.uni-oldenburg.de/cde/found/moore95.htm>, а саме "відстань", обґрунтований досить добре. А що стосується другого полюса, тобто "автономії", то тут потрібні подальші докази, оскільки далеко не всі студенти в змозі скористатися автономією в однаковій мірі. Навчальна програма з високим ступенем автономності може завдати такого ж збитку студенту, як і програма з недостатньою автономністю. Тому, провідні науковці наполягають на тому, щоб пристосувати навчальні програми до потреб кожного індивідуального студента. Водночас, Чарльз Ведемейер <http://www.uwex.edu/disted/conference/wedemeyer/aboutcw.cfm> розглядає проблему автономії і незалежності з ліберальних позицій. Така позиція часто піддається критиці як незручна для практичного застосування. Його концепція дистанційної освіти, для якої він використав термін "незалежне навчання" стоїть на двох "китах": демократичному суспільному ідеалі і ліберальній філософії освіти. Чарльз Ведемейер

<http://eric.ed.gov/PDFS/ED317155.pdf> вважав, що не можна забрати можливість здобути освіти через те, що людина бідна, географічно ізольована, володіє низьким соціальним статусом, нездорова, повинна заробляти на життя або з іншої причини не може помістити себе в рамки спеціальної атмосфери навчального закладу. Фактично Чарльз Ведемейер відстоював можливість самоосвіти http://www.ajde.com/Contents/vol13_3.htm. Він стверджував, що "незалежне навчання" повинне проводитися з швидкістю, зручною студенту, має бути індивідуально направлене і не прив'язане до якої-небудь мети. Студент вільний розпоряджатися своїм навчанням відповідно до обставин, він не зв'язаний ніякими механізмами установи, незалежний у виборі будь-якої з декількох програм навчання, володіє свободою вибору тих цілей, які він прагне досягти в діяльності, яка приведе його до рішення поставлених ним самим завдань, і можливістю самостійно оцінити досягнення. "Незалежне навчання" здійснюється в результаті діяльності студента. Хоча навчання і керується викладачем, студенти не залежать від нього і мають певну міру свободи і відповідальності. При "незалежному навчанні" викладачі і студенти виконують свої функції і завдання роздільно один від одного, підтримуючи між собою зв'язок різноманітними способами [3,9].

Відповідно до концепції Чарльза Ведемейера <http://eric.ed.gov/PDFS/ED111329.pdf> система освіти повинна:

- здійснювати навчання будь-якого студента в будь-якому місці незалежно від наявності в цьому місці викладачів;
- покладати більше відповідальності на самого студента;
- звільнити викладачів від опікунських функцій, з тим, щоб надати їм більше часу для виконання дійсно освітніх функцій;
- надати студентам і дорослим людям, охочим вчитися, ширший вибір навчальних курсів, форм і методів їх опанування;
- використовувати скрізь, де це необхідно, всі засоби і методи навчання, ефективність яких доведена практикою;

- дозволяти студенту починати опанування матеріалом в слухний для нього час, за бажанням - переривати навчання, тобто вивчати матеріал з швидкістю, яка йому під силу[8,19].

Теорія "взаємодії і комунікації"

Засновники цієї теорії у прямій протилежності прихильникам автономії і незалежності. Основні принципи теорії "взаємодії і комунікації" були вироблені Б.Холмбергом, А. Бейтсом, Д.Сьюартом, А.Смітом і ін. У 70-і рр. послідовні прихильники принципу двосторонньої комунікації в ДО зробили важливий практичний внесок в становлення цієї концепції як визначальної ознаки сучасних систем ДО. Моделі з суворішим контролем процесу навчання, направленою на досягнення поставлених цілей, на їх думку, при ДО мають тенденцію до концентрації уваги на навчальних матеріалах, а не на двосторонній комунікації між студентом і навчальним закладом або викладачем. Моделі з менш суворим контролем процесу навчання, вимагають одночасної комунікації між студентом і викладачем у формі особистих контактів або телефонних розмов. Центральне місце в двосторонній комунікації в процесі ДО займає роль викладача, оскільки студенти ДО потребують спеціальної допомоги на початку їх навчання, особливо при закріпленні їх мотивації. Тому викладач має виконувати важливі педагогічні функції, а не тільки виправляти помилки і оцінювати письмові роботи студентів [9,19].

Професор заочного університету в Хагене <http://www.fernuni-hagen.de/> Б.Холмберг, розробив концепцію керованої дидактичної розмови викладача із студентом <http://books.br.com.ua/25629>. ДО в баченні Б.Холмберга - це дидактична розмова, націлена на навчання. Постійна взаємодія між студентом і викладачем представляється у формі діалогу письмово або голосом. Окрім реальної дидактичної розмови, Б.Холмберг відстоює ідею імітованого діалогу http://www.jucs.org/jucs_2_6/on_the_potential_of_Holmberg_V.html, можливого завдяки студентам, навчальним матеріалам,

підготовленим в певній дидактичній формі. Типовим для стилю дидактичної розмови є те, що в його процесі дається порада, як підійти до вивчення проблеми, чому приділити більше уваги, як з'єднати окремі частки знань, що містяться в різних навчальних матеріалах. Навчальний матеріал, підготовлений для ДО відповідно до рекомендацій Б.Холмберга, повинен відрізнятися наступними характеристиками:

- бути легко доступним для сприйняття (текст має бути легко читаним, помірно насиченим інформацією);
- містити чіткі поради і рекомендації щодо того, що потрібно робити і чого уникати, на що слід звернути особливу увагу і чому;
- мотивувати інтерес студента до предмету і його проблем;
- поради і рекомендації студенту повинні висловлюватися у формі особистого звернення[7,16].

Ім'я А.Бейтса (Швеція) <http://www.uned.es/catedraunesco-ead/cai/bates.htm> асоціюється з поняттям двосторонньої комунікації при навчанні по листуванню. Впродовж 70-х рр. він здійснив серію дослідницьких проектів <http://bates.cstudies.ubc.ca/books/technology.html> по розробці можливих форм двосторонньої комунікації в навчанні на відстані, в основі яких закладено: створення взаємодії в рамках навчального матеріалу за допомогою вправ, питань або тестів для самоперевірки, а також визначення центральної ролі викладача в створенні комунікації із студентом поштою, за допомогою комп'ютера, телефону або особисто[8].

Д.Сьюарт (Великобританія) <http://www.icde.org/Chair%3A+David+Sewart.9UFRjUYg.ips> характеризує свою концепцію дистанційної освіти як безперервну турботу про навчання студентів на відстані. Він заперечує тезу про те, що пакет матеріалів може виконати всі функції викладача, стверджуючи: якби такий пакет можливо було створити, він став би нескінченно складним, оскільки повинен відображати весь процес безпосередньої взаємодії викладача із студентом. Він вважає, що положення студента, що навчається дистанційно, абсолютно відрізняється від положення

звичайного студента через відсутність швидкої реакції викладача і колег-студентів з групи. Забезпечення підтримки студентів при системі навчання на відстані є, на його думку, багатогранною проблемою, яка породжує необхідність в консультативній і допоміжній ролі закладу дистанційної освіти, окрім забезпечення студентів комплектом навчальних матеріалів. Ідеї Д.Сьюарта, викладені ним в публікаціях 80 - 90-х роках <http://www.icde.org/filestore/About/SixtyfiveyearsofICDEbyDavidSewart.pdf>, як і роботи інших прихильників теорії взаємодії і комунікації, вигідно відрізнялися від швидко застаріваючих концепцій автономії і незалежності [8,14].

Завершуючи огляд основних концептуальних побудов ДО, хотілося б звернути увагу на ту обставину, що особливе місце в теоретичних роботах по ДО займає дослідження інтегрованих моделей ДО, по яких сьогодні будується робота багатьох навчальних закладів типу Університету Нової Англії (Австралія) <http://www.une.edu/>, Відкритого університету Ізраїлю <http://hedir.openu.ac.il/> або українських університетів НМК «Інститут післядипломної освіти» <http://kpi.ua/portal/>, що пропонують студентам як очні, так і дистанційні форми освіти. Одним з послідовних прихильників цих моделей є А.Сміт. На відміну від доктора Отто Петерса <http://www.fernuni-hagen.de/ZIFF/petersbi.htm> з його теорією "індустріалізації", А.Сміт наполягає на розумному розподілі робочого часу університетських викладачів між студентами, що навчаються на очних відділеннях, і студентами ДО. Розробка курсів, перевірка завдань, проведення іспитів і оцінка знань, консультативна допомога і ін. - це функції, виконання яких потрібне від будь-якого викладача незалежно від тієї аудиторії, на яку орієнтована його діяльність: очною або дистанційною. Всі студенти отримують після закінчення навчання однакові ступені. А.Сміт склав типологію існуючих навчальних закладів ДО і прийшов до висновку, що ДО:

- повинно здійснюватися університетськими викладачами, а не викладачами, що працюють за сумісництвом;

- воно повинне вливатися в загальний потік навчального процесу звичайного університету як його складова частина;
- студенти ДО повинні підтримувати контакти з невеликою групою провідних університетських викладачів, а не з "рекрутами-сумісниками";
- студенти повинні стати членами співтовариства вчених і викладачів університету і зобов'язані відвідувати університетські факультети, відділення, школи [8,19].

Теоретичні концепції ДО припускають розробку певної системи педагогічних технологій, через які реалізуються їх основні ідеї. Практичний досвід дистанційних університетів по організації освітнього процесу свідчать про необхідність подальшої теоретичної роботи по науковому обґрунтуванню деяких дидактичних принципів. Назвемо один з них - навчання поза кампусами і без безпосереднього контакту з викладачем. Відмітимо, що цей принцип повною мірою не реалізується університетами ДО, так або інакше вони організують очні заняття у вигляді недільних шкіл, створюють навчальні групи, які прикріплюються до спеціальних навчальних центрів, заочні навчальні заклади за типом українських проводять очні навчальні сесії. Все це, зрештою, свідчить про прагнення якимсь чином зберегти природну потребу особистого спілкування, а впровадження інформаційних технологій - компенсувати недолік такого спілкування. Від наукового дослідження психолого-педагогічних і соціальних аспектів цієї проблеми значною мірою залежить вирішення практичних (дидактичних) питань ДО. Великий вплив на розвиток ДО стався тому, що традиційні форми освіти стають все більш вартісними. Це змушує шукати можливості його здешевлення, тобто на формування ідеї дистанційної освіти зробили вплив не педагогічні принципи, а прагматизм [5,9].

Сучасні підходи до оцінки і перспектив розвитку ДО

Багато авторів сьогодні вказують на плідність застосування в ДО "конструктивістської теорії навчання" <http://conf.fizmat.tnpu.edu.ua/?p=542> У

90-ті роки психологи та педагоги почали говорити про конструктивістський зміст навчання - діяльності, що акцентує активну роль людини в обробці інформації та побудові знань. Конструктивізм у дійсності є теорією не навчання, а знання. Він посилається не на окрему пояснювальну модель, а на безліч теорій навчання, заснованих на загальних, теоретичних відправних пунктах. Він ґрунтується на теорії конструктивної науки та когнітивної психології і не є новим винаходом. Як і інші вчені, Еммануїл Кант <http://kapa.com.ua/Kant.doc> погодився з основними думками конструктивізму, а його зростаюча популярність у наш час дещо говорить про ситуації, до яких призвело переконання в тому, що навчання є копіюванням зразків. Конструктивісти http://kvn-e-learning.blogspot.com/2011/05/blog-post_4476.html акцентують важливість структури попередніх знань студента. Навчання здійснюється не тільки за допомогою слухання, спостереження або відчуження, але також і за допомогою структур мислення, побудованих на розвитку та досвіді людини. Студент будує свою концепцію подій та явищ на підставі свого власного досвіду і раніше побудованих моделей. Таким чином, те, чому ми вчимося, рішуче залежить від навколишнього навчального середовища, характеру інформації та раніше отриманих знань. Зв'язки між наявними в студентів знаннями та новою інформацією є чинником, що робить навчання, наповненим змістом. Отже, характер навчання ґрунтується на активній побудові, детальному викладі та трансформуванні інформації. З погляду конструктивізму, студент сам конструює знання, а роль викладача полягає в тому, щоб полегшити цей процес, наприклад, при проектуванні навчального матеріалу, без докладного заповнення структуру навчального матеріалу, з яким необхідно ознайомитися. Говорять не лише про когнітивний конструктивізм, але і про соціальний конструктивізм, графічний конструктивізм і т.п. <http://kisilmv.if.ua/publications/Constructivism2008.htm>. Крім того, залишається завдання виховання, вироблення певного погляду на життя, на його цінності і тому подібне. Студентам XXI століття, як і їх одноліткам попередніх епох, необхідно допомогти вчитися і змінюватися так,

щоб вони могли приймати рішення на підставі розуміння свого місця в світі і власного уявлення про нього. Тому провідні фахівці вважають за вкрай маловірогідні наступні варіанти розвитку в освітніх процесах:

- повне зникнення викладання вічна віч;
- всі університети в майбутньому стануть віртуальними;
- викладачів замінять складні комп'ютерні програми в Інтернет;
- досягнення інформаційних технологій приведуть до того, що люди почнуть вчитися більше і швидше;
- всі вважатимуть за краще вчитися в слухний для них час і в зручному місці через інтернет;
- офіс завтрашнього дня стане офісом без паперів, оскільки електронний формат зберігання знань набагато ефективніший, їх швидше можна перекинути в будь-яке місце;
- люди взаємодіятимуть тільки у віртуальних співтовариствах - у взаємодії з фізичними сусідами вже не буде необхідності [9,22].

Разом з тим очевидно, що область електронної взаємодії неухильно розширюватиметься. Тому фахівці відзначають переваги освітньої взаємодії в комп'ютерних мережах. На думку багатьох дослідників ДО в найближчі десятиліття в системі освіти продовжаться значні технологічні і організаційні перебудови а саме:

- Комп'ютерні технології отримають подальший розвиток - будуть створені навчальні бази даних, що моделюють різноманітні мікросвіти, а також комп'ютерні програми, що забезпечують легкий і гнучкий зв'язок між викладачем і студентом, студентом і базами даних.
- Буде створена широка мультимедійна академічна комп'ютерна мережа подібна мережі УРАН <http://www.uran.ua/~ukr/frames.htm> , що охоплює всі вищі навчальні заклади країни або регіону. Кожен студент повинен буде мати можливість доступу в цю мережу з дому або зі свого робочого місця за допомогою спеціального комерційного сервісного центру.

- Потужною комп'ютерною мережею буде оснащений кожен вищий навчальний заклад. Кожен викладач зможе мати в своєму розпорядженні персональний комп'ютер і доступ до серверів, що забезпечують розповсюдження навчального і іншого необхідного матеріалу, наприклад, як у Миколаївському національному університеті імені В. Сухомлинського <http://kafedra.mk.ua/>.

- Між різними комп'ютерними системами буде досягнутий високий ступінь стандартизації, взаємної сумісності і конвертації.

- Всі учасники навчання – студенти, викладачі, адміністративні працівники вільно користуватимуться комп'ютерними технологіями.

Завдяки цим перетворенням здійсниться перехід:

- від синхронного процесу навчання до асинхронного навчання;
- від пасивного навчання - до активного;
- від статичного представлення матеріалу - до динамічного, з використанням відео і анімації;
- від використання реальних об'єктів - до використання віртуальних об'єктів;
- від безособового представлення матеріалу - до індивідуальної роботи;
- від одностороннього подання матеріалу - до інтерактивного [9,10,12].

Студенти зможуть в набагато більшому обсязі, ніж сьогодні, управляти процесом свого навчання - "плавати в морі інформації", використовувати багатства навчального середовища і баз даних, визначати етапи і структуру навчання. У основі цих проєктів - впровадження нових технологій, які дозволять зберегти тенденцію розширення доступу до освіти без зниження її якості. Зміна технічного оснащення ДО повинна дати відповідь в дебатах про якість. Якість ДО, що надається різними навчальними закладами, приділяється стільки ж уваги, як і якості традиційного навчання. Вона є результатом взаємодії ряду чинників, як зовнішніх, так і внутрішньо властивих самій системі ДО. Так, якість ДО залежить від здібностей і компетенції викладачів, наявних ресурсів, слабкого або сильного управління,

ефективності адміністративної системи або структури комунікацій в країні. Тому неможливо судити про якість тільки за якістю навчального матеріалу. Важливий не лише він сам по собі, але і весь досвід навчання в цілому [9,10,12].

До основних завдань викладача в процесі дистанційного навчання належать:

- орієнтація студента, тобто дати ясну, логічну структуру предмету;
- мотивація його, тобто показати значення проблеми, викликати і підтримати зацікавленість в навчанні;
- представлення навчального матеріалу, а саме, введення нових знань в раніше засвоєний контекст;
- пояснення навчального матеріалу з наведенням прикладів і наданням додаткового матеріалу з метою більш детальнішого ознайомлення та вивчення;
- закріплення, тобто надати можливість потренуватися і перевірити розуміння матеріалу;
- оцінювання досягнутого знання відповідно необхідному рівню.

Викладач організовує навчальну співпрацю студентів; підтримує дискусії, виступає як каталізатор спілкування. Він забезпечує швидкий зворотній зв'язок, враховує різноманітність здібностей і стилів навчання. Приділяє увагу розвитку не лише інтелектуальних, але і моральних якостей таких, як розвиток характеру, пошана до власного погляду на світ та ін.. Роль викладача полягає в компенсації фізичної відсутності. Наприклад, студенту має бути прямо вказано, що в даному сеансі взаємодії мова йде про "урок", "обговорення" або "консультативну зустріч". Крім того, викладач забезпечує участь всіх студентів в роботі. Здійснює відкриття дискусії - оголошення теми, встановлює норми - завдання на заняття, встановлює порядок денний - контроль за ходом обговорення. Здійснює функцію моніторингу: схвалення, підтримка студентів, розв'язання виникаючих проблем, спонука до

коментарів або завдання. Викладач робить висновки, підводить підсумки дискусії. Викладачам, що синхронно працюють в мережі, радять:

- якомога менше удаватися до лекційної форми занять;
- намагатися зрозуміти очікування учасників;
- бути гнучкими і терплячими;
- готовим до реагування;
- не перенавантажувати студенти, заохочувати участь;
- організовувати маленькі групи і давати групові завдання;
- робити підсумкові коментарі, резюме за пройденим матеріалом кожні

1-2 тижні [9,10,12].

Якою б не була первинна мотивація студентів ДО, необхідно підтримувати і розвивати її за допомогою цікавого дизайну курсу і подання завдань. Почати заняття, бажано, з групової зустрічі студентів. Викладач допомагає побачити перспективу курсу в часі і в структурі знання, підтримує студента, якщо він не справляється з поточними обов'язками, запобігаючи його відрахування.

Студентам, які прагнуть навчання на відстані з допомогою комп'ютерної в мережі, необхідно враховувати, свій досвід у комп'ютерної комунікації. Необхідно прагнути зробити свою участь короткою, змістовною і головне змістовною. Працювати над систематизацією і збереженням навчального матеріалу для подальшого перегляду. Більшість труднощів при мережевому методі навчання, як правило, бувають пов'язані з технічними проблемами, недоліком зворотного зв'язку з викладачем або неоднозначністю інструкцій. Розмір класу в мережевому навчанні визначається зусиллям, яке необхідне, щоб перетворити викладача і студентів в "співтовариство", забезпечити підтримку людської уваги. У літературі можна знайти як опис дуже маленьких он-лайн класів - 12-20 студентів залежно від характеру інструкцій. Маленький розмір класу і лінійна залежність зусиль від кількості студентів пов'язані з необхідністю підтримки високого рівня взаємодії в мережі.

Інтерактив <http://distancionnoeobuchenie.com/interaktivnye-texnologii->

_____ з викладачем продовжує залишатися наріжним каменем ДО, незалежно від того, які технічні засоби в ній застосовуються [9,10,12].

Викладачам бажано змінити розуміння власної ролі в процесі навчання. Вони повинні усвідомлювати себе не стільки експертами, що поставляють певний зміст, скільки людьми, здатними створити і підтримувати освітнє співтовариство як із студентами, так і з колегами. В успішних навчальних закладах працюватимуть ті, хто володітиме старими навчальними методами, які виправдовували себе раніше і продовжують зберігати своє значення і сьогодні. Але в той же час зможуть відмовитися від багажу, що заважає нововведенням. Зможуть створити оточення, в якому можливо була б уява, пошук рішень за межами старих меж.

Результати проведеного дослідження дають підстави зробити наступні висновки:

1. Методологічною основою побудови методичних систем навчання в умовах дистанційної освіти у країнах Заходу є педагогічна філософія соціального конструктивізму, що прийшла на зміну біхевіоризму. Ґрунтуючись на засадах вітчизняної педагогічної психології, вона втілює в собі демократичний підхід до освіти, особистісну зорієнтованість, компетентнісний прагматизм, розвиток дивергентного критичного мислення, навчання у спільноті та через спільноту.
2. Реалізація положень соціального конструктивізму в процесі дистанційної освіти передбачає постійну взаємодію індивідуалізованих навчальних конструктів суб'єктів навчання у відповідному навчальному середовищі – реальній чи віртуальній освітній спільноті. Побудова освітніх спільнот суттєво полегшується за умови застосування соціально-конструктивістського програмного забезпечення: систем підтримки групового, дистанційного та мобільного навчання; засобів організації спільної роботи та подання її результатів у Web-орієнтований простір.
3. Нова модель дистанційної освіти у віртуальному університеті ще не реалізована цілком і не отримала свого завершеного теоретичного

обґрунтування. Наявні певні труднощі, зокрема, проблема отримання суспільного визнання, юридичного права видавати дипломи та сертифікати, присвоювати відповідні ступені. Подолання цих труднощів і повний розвиток моделі віртуального університету потребує глибоких змін у змісті, технології й організаційній структурі сучасної дистанційної освіти [9,10,12].

Питання для самоконтролю.

1. Назвіть основні положення теорії "технологізації освіти".
2. Чому дистанційну освіту вважають найбільш індустріалізованою формою освіти?
3. Який внесок розробку теорії дистанційної освіти вніс Майкл Грем Мур?
4. Який внесок розробку теорії дистанційної освіти вніс Чарльз Ведемейер?
5. Назвіть засновників теорії «взаємодії і комунікації».
6. В чому суть двосторонньої комунікації?
7. Якими характеристиками повинен відрізнятись навчальний матеріал підготовлений для ДО відповідно до рекомендацій Б.Холмберга?
8. Д.Сьюарт та його концепція ДО.
9. Назвіть сучасні підходи до оцінки і перспектив розвитку ДО.

§ 2. ТЕХНОЛОГІЯ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ТА ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ У ФАХОВІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ АГРАРНОЇ ГАЛУЗІ

§ 2.1. Особливості та види технології дистанційного навчання

Під *технологією дистанційного навчання* можна розуміти форми, методи й засоби процесу навчання, учасники якого розподілені в просторі і часі. Технологія дистанційного навчання складається з педагогічних та інформаційних технологій дистанційного навчання. Педагогічні технології дистанційного навчання - це технології опосередкованого активного спілкування викладачів зі студентами з використанням телекомунікаційного зв'язку та методології індивідуальної роботи студентів з структурованим навчальним матеріалом, представленим у електронному вигляді. Інформаційні технології дистанційного навчання - це технології створення, передачі і збереження навчальних матеріалів, організації і супроводу навчального процесу дистанційного навчання за допомогою телекомунікаційного зв'язку [6].

Технології дистанційного навчання можуть використовуватись не тільки в дистанційній освіті, а й в інших формах навчання, зокрема в очній. Ці технології мають значний потенціал в Україні. Застосування технологій дистанційного навчання можна розглядати як індивідуалізований процес передання та засвоєння знань, умінь, навичок і способів пізнавальної діяльності особистості, який відбувається за опосередкованої взаємодії віддалених один від одного учасників навчання у спеціалізованому середовищі, яке створене на основі використання сучасних психолого-педагогічних та інформаційно-комунікаційних технологій [10].

Головною метою застосування технологій дистанційного навчання є забезпечення доступу до електронних навчальних ресурсів шляхом використання сучасних інформаційних технологій та телекомунікаційних мереж.

Технології дистанційного навчання класифікують: 1) кейсова технологія, 2) Інтернет-технологія, 3) TV-технологія. Жодна із ключових технологій не застосовується в чистому виді. У кожній такій технології дистанційного навчання можуть бути використані елементи інших [11; 8].

Кейсова технологія полягає в наданні майбутнім фахівцям інформаційних освітніх ресурсів у вигляді набору спеціалізованих навчально-методичних комплексів, призначених для самостійного вивчення й використання їх на різних носіях інформації. Дана технологія стала першою з тих, що застосовувались у дистанційному навчанні. З переходом на цифровий формат з'явилася можливість активного застосування аудіо- та відеозасобів для навчальних цілей.

До складу кейс-технологій також включають електронні навчальні посібники (електронні підручники). Електронний підручник як програмний засіб навчального призначення можна представити як систему, що складається із двох підсистем: інформаційної (змістовна частина) і програмної. Інформаційна частина електронного підручника подібна до традиційного друкованого підручника [11].

Інтернет-технологія дистанційного навчання стала можливою завдяки розвитку першої глобальної інформаційної мережі Інтернет. Комп'ютерні технології, що є основою безпаперового кейсового навчання, при мережевому навчанні в Інтернет доповнюються новими комунікаційними можливостями. Комунікації можуть відбуватись синхронно, у режимі реального часу (онлайн), або асинхронно, у режимі відкладеного часу (офлайн), коли спілкування пов'язане з доставкою більших обсягів інформації. Комунікативність забезпечує велику можливість зворотного зв'язку при навчанні. Ця технологія стала революційною через

можливість використання мережевої технології Інтернет в педагогіці. Отже до складу мережевої технології можна віднести не тільки електронні текстові матеріали, аудіо та відео матеріали, а і комунікаційні засоби [11; 10].

TV-технологія – одна з технологій дистанційного навчання, яка заснована на використанні переважно космічних супутникових засобів передачі даних і телемовлення, а також глобальних і локальних мереж для забезпечення доступу до інформаційних освітніх ресурсів, представлених у вигляді цифрових бібліотек, відеолекцій і інших засобів навчання [11].

Використання віртуального навчального простору дозволяє поєднати домінуючі технології дистанційного навчання в освіті. Поява віртуального навчального середовища викликана прагненням поєднати існуючий педагогічний досвід з новими інформаційними технологіями. Під віртуальним середовищем розуміють програмне забезпечення або платформу, яка застосовується для надання освітніх послуг. Зміст поняття “віртуальне середовище” не обмежується наявністю інформаційних та комунікаційних мереж, а також програмного забезпечення. Для того, щоб утворилося навчальне середовище необхідно, щоб інформаційно-комунікаційні ресурси узгоджувалися з процесами комунікації та діяльності, утворюючи деяку цілісність, інтегрувалися в єдину систему, за допомогою якої підтримується та спрямовується осмислене навчання [9].

Можна відокремити наступні функції, які виконує віртуальне навчальне середовище:

1. Контрольований доступ до змісту навчання, який розбитий на елементи або “ланки” які автономно зберігаються та можуть бути доступні.
2. Відслідковування діяльності студента та його досягнень стосовно опанування елементів навчання, адміністрування курсу та надання супровідних матеріалів та завдань у міру прогресу навчання.
3. Підтримка доступу до навчальних ресурсів, оцінювання та супроводу. Навчальні ресурси можуть бути самостійно розроблені

викладачем, іншими авторами або можуть використовуватись готові ресурси, можливо поліпшені або адаптовані до цілей навчання.

4. Забезпечення комунікації між викладачем, студентами та іншими спеціалістами, безпосередньої підтримки та зворотного зв'язку для студента, а також комунікацію всередині групи, що створює відчуття групової ідентичності та спільності інтересів [9].

Питання для самоконтролю

1. Що ви розумієте під технологією дистанційного навчання?
2. Назвіть основні складові технології дистанційного навчання.
3. Де може застосовуватись технологія дистанційного навчання?
4. Які особливості кейсової технології дистанційного навчання?
5. Які особливості Інтернет-технології дистанційного навчання?
6. Які особливості телекомунікаційної технології дистанційного навчання?
7. Назвіть особливості віртуального навчального середовища. Як воно може інтегрувати основні елементи класифікації технології дистанційного навчання?

§ 2. 2. Особливості підготовки майбутніх інженерів аграрної галузі в умовах застосування дистанційних технологій навчання.

Сучасне інформаційне суспільство вимагає від кожної особистості уміння постійно вчитися протягом усього свого життя, бути конкурентоспроможним, високо кваліфікованим та професійно компетентним. Відповідні загально-навчальні уміння повинні закладатися під час навчання у вищій школі. На сьогодні, провідними у підготовці студентів до навчання протягом всього життя є дистанційні технології навчання, поєднані з технологіями традиційного навчання.

Одним із найголовніших чинників успішного впровадження дистанційного навчання у навчальний заклад є правильний вибір телекомунікаційного інформаційно-навчального середовища, на основі якого буде застосовано технологію дистанційного навчання.

Вищі аграрні навчальні заклади мають забезпечувати зростання особистості майбутніх інженерів в умовах самостійного навчання, розвинути дієве ставлення до майбутньої професії і прагнення до самовдосконалення та саморозвитку. Освітньо-професійна програма вищих навчальних закладів включає в себе близько 50 відсотків самостійної роботи студента.

В сучасному просторі великого значення набуває самостійне вивчення навчального матеріалу. Але основна проблема полягає в недостатній систематичності самостійної роботи майбутнього фахівця, відносно виникаючих потреб. Рішенням такої проблеми може бути дистанційне навчання, яке надасть можливість систематичного отримання інформації щодо констатації факту результатів виконаної самостійної роботи студентів.

Навчання майбутніх інженерів аграрної галузі на відстані поєднує в собі елементи класичної університетської освіти і систему елементів віртуозного освітянського середовища. Світовий досвід свідчить про інтенсивний розвиток саме дистанційних форм навчання, які надають можливість постійно поповнювати професійні знання широким верствам

населення і виводять дистанційне навчання на інший якісно новий рівень розвитку сучасної освіти, що забезпечує безпосереднє спілкування між викладачем і студентом і має ряд переваг і відмінних рис від очного навчання, зокрема:

- інтенсивність, яка закладена в самому засобі, його технології, організації та взаємодії викладача і студента, а також студентів між собою;

- форма подачі навчальної інформації та взаємодії викладача і студента дещо інша;

- система дидактичних принципів та правил навчання реалізується специфічними засобами, обумовленими специфікою нової форми навчання - новим науковим підходом, можливостями інформаційного Інтернет-середовища, його послугами та використанням електронних мереж;

- різні види форм диференціації студентів, яка передбачає систему навчання різних рівнів - А, В, С тощо.

Основними компонентами дистанційного навчання майбутніх інженерів-аграріїв є: електронні програми навчальних дисциплін; електронні підручники, посібники; комплекс засобів навчання - комп'ютерні та інформаційні технології; супутникові системи зв'язку; навчальне кабельне телебачення; масова телефонізація, яка забезпечує підключення до інформаційних мереж; глобальні й регіональні мережі (Інтернет тощо).

Особливо слід відзначити два важливих аспекти дистанційних технологій освіти: індивідуальний підхід до кожного студента і стратегічний аспект освіти. Перший аспект полягає в активній взаємодії «студент - викладач». У процесі такого навчання кожен студент одержує крім комплекту учбово-методичних матеріалів «загального користування» пакет консультацій, відповідей на питання і коментарі до індивідуальних завдань, орієнтованих на конкретного студента. У цьому полягає основна складова підвищення якості освіти. Другий аспект є стратегічним. Друкована продукція поділила суспільство на дві категорії: освічених та неписьменних. Впровадження електронних комунікацій зробило революцію такого ж

масштабу: технологічний, культурний та освітній рівні суб'єктів сучасного суспільства суттєво залежать від ступеню їх інтеграції до системи світових електронних комунікацій. Освіта не може знаходитися осторонь від цього процесу.

Таким чином, дистанційне навчання — це форма навчання з використанням комп'ютерних і телекомунікаційних технологій, які забезпечують інтерактивну взаємодію викладачів та студентів на різних етапах навчання і самостійну роботу з матеріалами інформаційної мережі. Дистанційне навчання майбутніх інженерів - це нова освітня модель навчання, зокрема, управлінської ланки, яка базується на ведучих і зарубіжних розробках в галузі управлінських наук, методології та розвиваючої освіти.

Питання для самоконтролю

1. У чому полягає основна проблема самостійної роботи майбутнього інженера аграрної галузі?
2. Назвіть основні відмінні риси дистанційного навчання.
3. Назвіть основні компоненти дистанційного навчання майбутніх інженерів аграрної галузі.
4. Розкажіть про основні аспекти дистанційних технологій.

§ 2. 3. Шляхи впровадження технології дистанційного навчання у фахову підготовку майбутніх інженерів в аграрних університетах.

Темпи технологічного й інформаційного розвитку аграрного сектора ставлять суспільство перед необхідністю регулярно підвищувати свій рівень знань. Посилення конкуренції на ринку праці потребує високоосвічених фахівців-аграріїв. Готуючи майбутніх інженерів в аграрних університетах, потрібно враховувати, що майбутній фахівець повинен: а) усвідомлювати складні механізми та їх функціонування, б) опанувати систему знань та вмінь, необхідних для здійснення майбутньої фахової діяльності.

Перед аграрними університетами стоїть актуальна проблема - модернізація системи аграрної освіти. Потрібно змінювати парадигму освіти, удосконалювати традиційні технології навчання шляхом впровадження дистанційних.

При використанні традиційної системи освіти у фаховій підготовці майбутніх інженерів в аграрних університетах ми маємо деякі проблеми: по-перше: на самостійну роботу студентів з фахових дисциплін відводиться велика кількість навчального матеріалу. Для покращення функціональності самостійної роботи необхідно збільшити об'єм контролю та аналізу цієї роботи, що як правило не під силу викладачам за рахунок великого навантаження. По-друге: традиційна система не може забезпечити в певній мірі рівний доступ до якісної освіти.

Вирішити ці проблеми на нашу думку допоможе впровадження технологій дистанційного навчання в традиційній системі освіти, що надасть змогу студентам засвоювати навчальний матеріал вдвічі швидше і краще.

Дистанційне навчання передбачає спілкування між викладачем і студентом за допомогою сучасних технологій та мультимедійних засобів на відстані. Основною формою підготовки майбутніх інженерів в аграрних університетах є очне навчання, яке супроводжується дистанційним.

До основних завдань створення дистанційного навчання в аграрних

університетах відносяться наступні:

- формування нормативно-правового, організаційного, навчально-методичного, інформаційно-телекомунікаційного, матеріально-технічного, кадрового, економічного та фінансового забезпечення, впровадження та розвитку дистанційного навчання за окремими курсами або блоками курсів;
- організація та розвиток дистанційного навчання у фаховій підготовці майбутніх інженерів;
- створення державної електронної бібліотеки дистанційних курсів;
- удосконалення і розвиток телекомунікаційної інфраструктури для реалізації технологій дистанційного навчання.

В сучасному університетському середовищі дистанційне навчання застосовується за схемою змішаного навчання. Під змішаним навчанням можна розуміти поєднання класичної універсальної університетської освіти з дистанційною в умовах лібералізації навчального процесу (при гнучкому режимі сесій, перерв у навчанні (оформлення академічних відпусток), відновлення).

Змішане навчання (blended learning) об'єднує в собі формальні засоби навчання з неформальними. Така форма навчання органічно з'єднує в собі як денні, так і дистанційні форми навчання. Змішане навчання складається із трьох етапів: дистанційне вивчення теоретичного матеріалу, освоєння практичних аспектів у формі денних занять, остання фаза - іспит або залік.

Дистанційне навчання надає можливість навчатися у будь-який час та у будь-якому місці. В сучасному світі таке навчання здійснюється за допомогою таких технологій, як Інтернет, e-mail, телефонний і факсимільний зв'язок, відеоконференції, можливе також традиційне пересилання навчальних матеріалів поштою (друкованих, аудіо-, відео- й електронних навчальних матеріалів).

Головною метою використання дистанційного навчання в аграрних університетах є забезпечення майбутнім інженерам доступу до електронних освітніх ресурсів шляхом використання сучасних інформаційних технологій

та телекомунікаційних мереж. Дистанційне навчання в аграрних університетах розкриває можливості позитивного впливу на вирішення наступних проблем при підготовці майбутніх інженерів:

- підвищення рівня якості освіти майбутніх інженерів в аграрних університетах;
- реалізація потреб майбутніх інженерів в освітніх послугах;
- підвищення професійної мобільності та активності майбутніх фахівців;
- формування єдиного освітнього простору в рамках аграрної освіти;
- індивідуалізація навчання при масовості аграрної освіти.

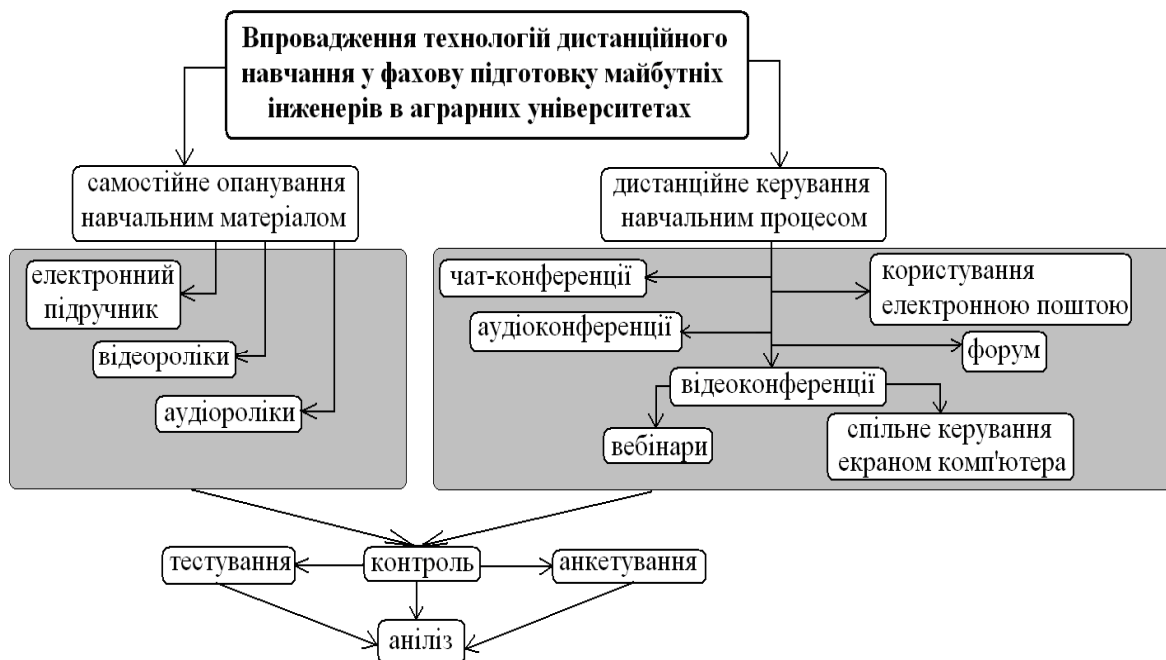
Технології дистанційного навчання складаються з педагогічних та інформаційних технологій дистанційного навчання. Педагогічні технології дистанційного навчання - це технології опосередкованого активного спілкування викладачів зі студентами з використанням телекомунікаційного зв'язку та методології індивідуальної роботи студентів з структурованим навчальним матеріалом, представленим у електронному вигляді. Інформаційні технології дистанційного навчання - це технології створення, передачі і збереження навчальних матеріалів, організації і супроводу навчального процесу дистанційного навчання за допомогою телекомунікаційного зв'язку [8].

Впроваджуючи технології дистанційного навчання у фахову підготовку майбутніх інженерів в аграрних університетах слід враховувати, що вони відрізняються:

- за формою представлення навчальних матеріалів;
- за наявністю посередника у системі навчання за ступенем використання телекомунікацій та персональних комп'ютерів;
- за технологіями організації контролю навчального процесу майбутніх інженерів;
- за ступенем застосування в технології навчання звичайних методів ведення навчального процесу;
- за методами ідентифікації майбутніх інженерів під час здачі іспитів.

Впровадження технологій дистанційного навчання у фахову підготовку майбутніх інженерів в аграрних університетах включає в себе два основних компонента: самостійне опанування навчальним матеріалом і дистанційне керування навчальним процесом (Схема 1).

Схема 1



Для самостійного опанування навчальним матеріалом майбутнім інженерам аграрних університетів пропонуються електронні підручники, відеороліки та аудіороліки, в яких міститься інформація з фахових дисциплін. Електронні підручники уявляють собою текстові документи, які включають в себе схеми, рисунки, креслення. Аудіороліки – це інформація електронного підручника в аудіоформаті. Відеороліки — візуальний або аудіовізуальний матеріал, який містить в собі процес виконання лабораторних робіт, експерименти, фільми наукового характеру та ін.

Дистанційне керування навчальним процесом відбувається під керівництвом викладача. Як правило викладач організовує чат-, аудіо та відео конференції, проводить вебінари не тільки з метою донесення нового матеріалу, а і з метою спостереження за навчальним процесом.

Чат-конференція - це засіб швидкого обміну інформації за допомогою

текстових повідомлень з одним або кількома співрозмовниками. Такий спосіб обміну інформацією в педагогічній діяльності використовується для дискусій, обговорення проблемних питань та проблемних тем. Також чат-конференцію можна використовувати з метою короткої звітності про виконану роботу: наприклад чи виконане індивідуальне чи домашнє завдання; та з метою надання групових та індивідуальних консультацій. Якщо необхідно провести індивідуальну консультацію, чи індивідуальне обговорення якоїсь теми, то потрібно вести чат тільки з однією людиною.

Аудіоконференція - це процес використання електронних каналів аудіозв'язку для організації конференції між двома і більше учасниками. У кожній конференції повинен бути координатор - ведучий конференції (викладач), який буде управляти нею і стежити за тим, щоб не порушувалася її тематика, етикет і т.п. Аудіоконференції використовуються для обміну інформацією з одним або кількома співрозмовниками, для обговорення окремих питань, а також для надання консультацій та прослуховування аудіороликів.

Відеоконференція - забезпечує одночасно двосторонню передачу, обробку, перетворення і подання інтерактивної інформації на відстань в реальному режимі часу. Взаємодію в режимі відеоконференцій також називають сеансом відеоконференцзв'язку. Відеоконференцзв'язок - це телекомунікаційна технологія інтерактивної взаємодії двох і більш віддалених абонентів, при якій між ними можливий обмін аудіо-і відео в реальному масштабі часу з урахуванням передачі керуючих даних. Відеоконференції можна використовувати для трансляції очних конференцій, відкритих занять, виконання лабораторних робіт та демонстраційного експерименту. Також в процесі можна демонструвати макети, плакати та інше. До різновидів відеоконференції можна віднести вебінари та спільне керування екраном комп'ютера.

Вебінари уявляють собою особливий тип веб-конференцій. Вони більш використовуються для донесення навчального матеріалу майбутнім

інженерам, тому, що в цій системі мінімізовано обернений зв'язок від аудиторії. Як правило обернений зв'язок відбувається через чат, в якому студенти можуть задати питання викладачу в процесі вебінару та після його закінчення. Вебінари дозволяють проводити онлайн-презентації, сумісно працювати с документами і додатками, синхронно переглядати сайти, відеофайлы та зображення. Такі технології застосовують для онлайн-зустрічей і співпраці викладачів та студентів в режимі реального часу через Інтернет.

Спільне використання екрана комп'ютера дозволяє демонструвати все, що відбувається на робочому столі комп'ютера. Виглядає це також як і передача відео, тільки замість зображення з камери передається зображення робочого столу. Показати співрозмовникові можна як всю область робочого столу комп'ютера, так і будь-яку необхідну частину екрану.

Така функція дає можливість одночасно працювати над текстовими документами, презентаціями, кресленнями, схемами, структурами, графіками, таблицями, фотографіями. За допомогою такої функції можна швидко і наочно показати як працювати з якою-небудь програмою або інтернет ресурсом. Функція також може бути дуже корисна для спільної роботи над різного роду проектами та наочних консультацій.

Форум для майбутніх інженерів уявляє собою набір розділів для обговорення. Робота форуму полягає в створенні тем в розділах і подальшим обговоренням усередині цих тем. Тему може створити як викладач, так і студент. Окремо взята тема, по суті, являє собою тематичну книгу. Поширена ієрархія форуму зображена на схемі 2.

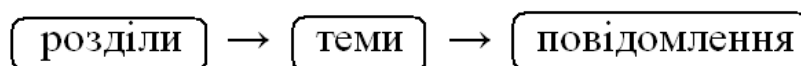


Схема 2.

Відхилення від початкової теми обговорення заборонене правилами поведінки форуму. За дотриманням правил слідкують адміністратори та

викладачі - учасники, наділені можливістю редагувати, переміщати і видаляти чужі повідомлення в певному розділі або темі.

Електронна пошта - це технологія, яка надає послуги з пересилки і отримання електронних повідомлень по комп'ютерній мережі. Така технологія надає можливість відкладеної доставки повідомлення. У фаховій підготовці майбутніх інженерів її можна використовувати для пересилки різного типу документів: контрольних та індивідуальних робіт і завдань, звітів по практиці, електронних підручників, методичних рекомендацій та інших матеріалів. Менш частіше використовують електронну пошту для консультування.

Використання технологій дистанційного навчання при підготовці майбутніх інженерів в аграрних університетах дозволяє широко використовувати найкращі навчальні ресурси, поєднує високу економічну ефективність і гнучкість навчання та розширює можливості традиційних форм навчання.

Технології дистанційного навчання включають в себе індивідуалізований процес передачі та засвоєння знань, умінь, навичок і способів пізнавальної діяльності майбутніх інженерів. Дистанційне навчання відбувається на спеціалізованій платформі, яка створена на основі сучасних психолого-педагогічних та інформаційно-комунікаційних технологій.

Дистанційні технології навчання можна розглядати як природний етап еволюції традиційної системи освіти від дошки з крейдою до електронної дошки й комп'ютерних навчальних систем, від книжкової бібліотеки до електронної, від звичайної аудиторії до віртуальної аудиторії. Такі технології надають можливість проводити дистанційне навчання за допомогою Інтернету; урізноманітнювати засоби спілкування студентів і викладачів (електронна пошта, чат, форум, обмін файлами тощо); активізувати роль викладача і здійснювати повний контроль за процесом навчання; застосовувати багаторівневу систему тестування; поповнювати базу даних, накопичувати різнобічну статистику.

Питання для самоперевірки.

1. Назвіть одну із основних актуальних проблем аграрної освіти.
2. Що потрібно для покращення функціональності самостійної роботи студентів інженерних спеціальностей аграрного університету.
3. В чому суть застосування технології дистанційного навчання в аграрному університеті при підготовці майбутніх інженерів.
4. Назвіть основні завдання дистанційного навчання при підготовці майбутніх інженерів.
5. Що таке змішане навчання?
6. Назвіть основні етапи змішаного навчання.
7. Які відмінності відрізняють основні види технології дистанційного навчання?
8. Що таке чат-конференція?
9. Що таке аудіо конференція?
10. Що таке відео конференція?
11. Що таке вебінар?
12. Що таке тематичний форум?
13. Що ви розумієте під електронною поштою?

§ 3. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ ІНЖЕНЕРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ З ФАХОВИХ ДИСЦИПЛІН

§ 3.1. Теоретична механіка

Завдання для початкового рівня

1) Написати реферативну роботу та опублікувати власні висновки до реферату у форумах чи чатах власного електронного поштового сервісу або в умовах соціальних мереж (vkontakte.ru, facebook) на одну із тем:

1. Значення обертового руху в сільському господарстві.
2. Використання третього закону Ньютона в сільському господарстві.
3. Особливості розрахунку швидкостей сільськогосподарських машин.
4. Вплив гравітації на живі організми.
5. Пружні властивості біологічних матеріалів.
6. Історія розвитку теоретичної механіки.
7. Зв'язок теоретичної механіки з рухом людини.
8. Особливості геліоцентричної системи світу.
9. Розрахунок міцності машини.

Вимоги до оформлення реферативних робіт:

- *обсяг:* 2-4 сторінки;
- *формат аркушу паперу* – А4;
- *орієнтація* – книжна;
- *поля:* ліве, праве – 2 см; верхнє, нижнє – 2 см;
- *шрифт* – Times New Roman Cyr, розмір шрифту – 14 пт;
- *інтервал* – 1;
- *рисунки та фотографії* подаються у форматі JPEG.

Слово “Таблиця” та номер таблиці розташовується праворуч, а її заголовок – по центру (жирним шрифтом).

Формули – набираються в редакторі формул Equation шрифтом Times New Roman, звичайний символ – 12 пт, великий індекс – 8 пт, малий індекс – 6 пт, великий символ – 14 пт, малий символ – 12 пт.

Посилання на джерела в тексті даються у квадратних дужках. Перше число вказує номер за переліком посилань, що даються згідно порядку їх появи в тексті, після коми дається друге число, яке відповідає номеру сторінки. Перелік посилань має назву "Список використаних джерел" і розташовується по центру після основного тексту через один інтервал. Список використаних джерел оформляється відповідно до правил бібліографічного опису.

Завдання для достатнього рівня

1) Після оформлення реферату переслати його по електронній адресі: referat@i.ua, в темі листа указавши номер модуля і прізвище, у листі указати тему реферативної роботи, або завантажити його у бібліотеку студента у віртуально-навчальному середовищі.

2) Підготувати доповідь для участі у мініконференції у тематичному форумі на основі запропонованих ресурсів (у форматах PDF, Word, djvu та ін..) електронної бібліотеки віртуально-навчального середовища та інших ресурсів мережі Інтернет з наступних тематик:

- Закони Ньютона у природі та техніці.
- Значення сили тяжіння в аграрній галузі.
- Біологічний матеріал та його пружні властивості.
- Відомі вчені, що зробили внесок у теоретичну механіку.

3) Підготувати власні висновки та основні ідеї в електронному вигляді на основі запропонованих ресурсів (у форматах PDF, Word, djvu та ін..) електронної бібліотеки віртуально-навчального середовища та інших ресурсів мережі Інтернет для електронної дискусії у тематичному чаті з наступних тематик:

- Реактивний рух у природі.
- Енергія та обмін речовин.
- Чат-консультація з теми «Механіка матеріальної точки».

4) Виконати розрахунки до лабораторної роботи “Визначення прискорення вільного падіння за допомогою математичного маятника” (додаток 1) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel.

5) Виконати розрахунки до лабораторної роботи “Визначення модуля Юнга при згині стержня” (додаток 2) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel.

6) Побудувати графік залежності F – сили, прикладеної до середини стержня, від f - середнього значення стріли прогину при навантаженні і розвантаженні до лабораторної роботи “Визначення модуля Юнга при згині стержня” (додаток 2) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel.

7) Виконати розрахунки до лабораторної роботи “Визначення модуля Юнга при розтязі дроту” (додаток 3) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel з точністю до 0,00001.

8) Створити презентацію для супроводження власної доповіді в умовах аудиторного заняття з наступних тематик:

- Стандарти одиниць вимірювання
- Особливості гравітаційного поля,
- Види деформацій,
- Значення енергії для обміну речовин,
- Основні параметри криволінійного руху.

Вимоги до презентації:

1. Кількість слайдів від семи до десяти.
2. Перший слайд обов’язково має включати тему доповіді та прізвище доповідача. Також доцільно указати свій e-mail.
3. Другий слайд має висвітлити план доповіді.
4. Останній слайд має висвітлювати короткі висновки доповіді.

5. Доцільно використовувати шрифт не менше як 14 пт Times New Roman Cyr. Інтервал краще використовувати одинарний;

Завдання для високого рівня

- 1) Розробити віртуальні лабораторні роботи з наступних тематик:
 - 1) Визначення прискорення вільного падіння за допомогою математичного маятника (див. додаток 1)
 - 2) Визначення модуля Юнга при згині стержня (див. додаток 2).
 - 3) Визначення модуля пружності (модуль Юнга) при розтязі дроту (див. додаток 3)
- 2) Розробити аудіовізуальний запис (додаток 25) для підготовки до виконання лабораторних робіт з наступних тематик:
 1. Визначення прискорення вільного падіння за допомогою математичного маятника (Додаток 1)
 2. Визначення модуля Юнга при згині стержня (Додаток 2).
 3. Визначення модуля пружності (модуль Юнга) при розтязі дроту (Додаток 3).
- 3) Підготувати електронний текст згідно якого створити аудіо записи (додаток 24) для підготовки до наступних тем:
 1. Основні визначення кінематики.
 2. Основні визначення динаміки.
 3. Основні закони механіки.
 4. Гармонічні коливання.
 5. Енергія та обмін речовин.
 6. Гравітаційне поле та живі організми.
 7. Особливості механічної енергії.
 8. Вченні, які зробили внесок у теоретичну механіку.
 9. Особливості гіроскопії.

4) Підготувати аудіовізуальні записи (додаток 25) з використанням власних презентацій, зроблених у Power Point, ProShow Producer або ін., та за допомогою програми Camtasia Studio або ін.. для підготовки до наступних тем:

- Кінематика руху матеріальної точки по колу.
- Центр мас та закон його руху.
- Інерціальні системи відліку.
- Види маятників.

5) Підготувати технологію розробки та на основі її виготовити власні пристрої чи моделі та створити відеоролик-презентацію (додаток 26), що презентує теорію з наступних питань з однієї із перерахованих тематик:

- Вічний двигун.
- Капілярні явища.
- Ареометр та принцип його дії.
- Коливання.
- Теорія польоту.
- Принципи найменшої дії.

§ 3.2. Механіка матеріалів і конструкцій

Завдання для початкового рівня

1) Написати реферативну роботу та опублікувати власні висновки до реферату у форумах чи чатах власного поштового сервісу або в умовах соціальних мереж (vkontakte.ru, facebook) на одну із тем:

1. Вимірювання параметрів вітру.
2. Теорія пружності.
3. Методи вимірювання тиску в сільському господарстві.
4. Ультрацентрифугування.
5. Гемодинаміка.
6. Рух атмосферних частинок.
7. Особливості механіки матеріалів.
8. Особливості механічних конструкцій.

Вимоги до оформлення реферативних робіт:

- *обсяг:* 4-10 сторінок;
- *формат аркушу паперу* – А4;
- *орієнтація* – альбомна;
- *поля:* ліве - 3, праве – 1,5 см; верхнє, нижнє – 2 см;
- *шрифт* – Times New Roman Суг, розмір шрифту – 13 пт;
- *інтервал* – 1,5;
- *рисунок та фотографії* подаються у форматі JPEG.

Слово “Таблиця” та номер таблиці розташовується праворуч, а її заголовок – по центру (жирним шрифтом).

Формули – набираються в редакторі формул Equation шрифтом Times New Roman, звичайний символ – 14 пт, великий індекс – 8 пт, малий індекс – 6 пт, великий символ – 14 пт, малий символ – 12 пт.

Посилання на джерела в тексті даються у квадратних дужках. Перше число вказує номер за переліком посилань, що даються згідно порядку їх

появи в тексті, після коми дається друге число, яке відповідає номеру сторінки. Перелік посилань має назву "Список використаних джерел" і розташовується по центру після основного тексту через один інтервал. Список використаних джерел оформляється відповідно до правил бібліографічного опису.

Завдання для достатнього рівня

1) Після оформлення реферату переслати його по електронній адресі: referat@i.ua, в темі листа указавши номер модуля і прізвище, у листі указати тему реферативної роботи, або завантажити його у бібліотеку студента у віртуально-навчальному середовищі.

2) Підготувати доповідь для участі у мініконференції у тематичному форумі на основі запропонованих ресурсів (у форматах PDF, Word, djvu та ін..) електронної бібліотеки віртуально-навчального середовища та інших ресурсів мережі Інтернет з наступних тематик:

- Сила Коріоліса.
- Енергія хвиль.
- Філософія механіки Ньютона.
- Удари та деформації

3) Підготувати власні висновки та основні ідеї в електронному вигляді на основі запропонованих ресурсів (у форматах PDF , Word, djvu та ін..) електронної бібліотеки віртуально-навчального середовища та інших ресурсів мережі Інтернет для електронної дискусії у тематичному чаті з наступних тематик:

- Хвилі у пружному середовищі.
- Швидкість поширення хвиль. Звук.
- Чат-консультація з теми «Механіка твердого тіла».

4) Виконати розрахунки до лабораторної роботи “Визначення моменту інерції маятника Обербека” (додаток 4) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel з точністю до 0,00001.

5) Виконати розрахунки до лабораторної роботи “Визначення питомої ваги та густини твердого тіла” (додаток 5) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel з точністю до 0,0001.

6) Створити презентацію для супроводження власної доповіді в умовах аудиторного заняття з наступних тематик:

- Додавання паралельних сил.
- Перетворення Галілея. Механічний принцип відносності.
- Перетворення Лоренця. Постулати спеціальної теорії відносності.
- Релятивістська динаміка. Взаємозв’язок маси та енергії.
- Методи вимірювання тиску.
- Седиментація.
- Метод флюїдизованої ванни
- Ультрацентрифугування.

Вимоги до презентації:

1. Кількість слайдів від десяти до чотирнадцяти.
2. Перший слайд обов’язково має включати тему доповіді та прізвище доповідача. Також доцільно указати свій e-mail.
3. Другий слайд має висвітлити план доповіді.
4. Останній слайд має висвітлювати короткі висновки доповіді.
5. Доцільно використовувати шрифт не менше як 14 пт Times New Roman Cyr. Інтервал краще використовувати одинарний;

Завдання для високого рівня

1) Розробити віртуальні лабораторні роботи з наступних тематик:

- Визначення моменту інерції маятника Обербека (додаток 4)
- Визначення питомої ваги та густини твердого тіла (додаток 5)

2) Розробити аудіовізуальний запис (додаток 25) для підготовки до виконання лабораторних робіт з наступних тематик:

- Визначення моменту інерції маятника Обербека (додаток 4)
- Визначення питомої ваги та густини твердого тіла (додаток 5)

4) Підготувати електронний текст згідно якого створити аудіозаписи для підготовки до наступних тем (додаток 24):

- Густина та питома вага. Вимірювання густини в сільському господарстві.
- Умови рівноваги тіл на похилій площині.
- Поступальний та обертальний рух твердого тіла.
- Основні поняття гідродинаміки.
- Теорія пружності.
- Центр тяжіння тіла.

5) Підготувати аудіовізуальні записи з використанням власних презентацій, зроблених у Power Point, ProShow Producer або ін., та за допомогою програми Camtasia Studio або ін.. для підготовки до наступних (додаток 25):

Диференціальне рівняння вимушених коливань і його розв'язання. Резонанс.

- Доцентрова та відцентрова сили.
- Реактивний двигун.
- Залежність прискорення вільного падіння від широти та висоти над поверхнею Землі.
- Рух тіла кинутого під кутом до горизонту.
- Перенесення точки прикладання сили в твердому тілі.
- Стійка та нестійка рівновага тіл

б) Підготувати технологію розробки та на основі її виготовити власні пристрої чи моделі та створити відеоролик-презентацію (додаток 26), що презентує теорію з наступних питань з однієї із перерахованих тематик:

- Гідродинаміка ідеальної рідини.
- Гідродинаміка в'язкої рідини.
- Інтерорецепція.
- Ламінарна і турбулентна течії.
- Динаміка обертового руху.

§ 3.3. Гідраліка та водопостачання

Завдання для початкового рівня

1) Написати реферативну роботу та опублікувати власні висновки до реферату у форумах чи чатах власного поштового сервісу або в умовах соціальних мереж (vkontakte.ru, facebook) на одну із тем:

1. Використання вакууму в сільському господарстві.
2. Використання шкали Кельвіна.
3. Застосування зріджених газів для сільського господарства.
4. Кріогенна техніка і її використання в сільському господарстві.
5. Значення поверхневого натягу для сільського господарства.
6. Застосування термодинамічної шкали температур.

Вимоги до оформлення реферативних робіт:

- *обсяг:* 1-2 сторінки;
- *формат аркушу паперу* – А4;
- *орієнтація* – книжна;
- *поля:* ліве, праве – 2 см; верхнє, нижнє – 2 см;
- *шрифт* – Times New Roman Суг, розмір шрифту – 12 пт;
- *інтервал* – одинарний;
- *рисунки та фотографії* подаються у форматі JPEG.

Слово “Таблиця” та номер таблиці розташовується праворуч, а її заголовок – по центру (жирним шрифтом).

Формули – набираються в редакторі формул Equation шрифтом Times New Roman, звичайний символ – 12 пт, великий індекс – 8 пт, малий індекс – 6 пт, великий символ – 14 пт, малий символ – 12 пт.

Посилання на джерела в тексті даються у квадратних дужках. Перше число вказує номер за переліком посилань, що даються згідно порядку їх появи в тексті, після коми дається друге число, яке відповідає номеру сторінки. Перелік посилань має назву "Список використаних джерел" і розташовується по центру після основного тексту через один інтервал.

Список використаних джерел оформляється відповідно до правил бібліографічного опису.

Вимоги до оформлення реферативних робіт:

- *обсяг:* 1-2 сторінки;
- *формат аркушу паперу* – А4;
- *орієнтація* – книжна;
- *поля:* ліве, праве – 2 см; верхнє, нижнє – 2 см;
- *шрифт* – Times New Roman Cyr, розмір шрифту – 12 пт;
- *інтервал* – одинарний;
- *рисунки та фотографії* подаються у форматі JPEG.

Слово “Таблиця” та номер таблиці розташовується праворуч, а її заголовок – по центру (жирним шрифтом).

Формули – набираються в редакторі формул Equation шрифтом Times New Roman, звичайний символ – 12 пт, великий індекс – 8 пт, малий індекс – 6 пт, великий символ – 14 пт, малий символ – 12 пт.

Посилання на джерела в тексті даються у квадратних дужках. Перше число вказує номер за переліком посилань, що даються згідно порядку їх появи в тексті, після коми дається друге число, яке відповідає номеру сторінки. Перелік посилань має назву "Список використаних джерел" і розташовується по центру після основного тексту через один інтервал. Список використаних джерел оформляється відповідно до правил бібліографічного опису.

Завдання для достатнього рівня

1) Після оформлення реферативної роботи переслати її по електронній адресі: referat@i.ua, зазначивши в темі листа прізвище, номер групи. У листі продублювати тему реферативної роботи.

2) Підготувати текст доповіді на основі запропонованих ресурсів (у форматах PDF, Word, djvu та ін..) електронної бібліотеки віртуально-

навчального середовища та інших ресурсів мережі Інтернет для участі у мініконференції у тематичному форумі з теми:

- Ізопроееси у природі та техніці,
- Основне положення МКТ в аграрній галузі,
- Сублімація в сільському господарстві.
- Тиск в природі.

3) Підготувати власні висновки, основні ідеї в електронному вигляді на основі запропонованих ресурсів (у форматах PDF, Word, djvu та ін..) електронної бібліотеки віртуально-навчального середовища та інших ресурсів мережі Інтернет для електронної дискусії у тематичному чаті з наступних тематик:

- Випаровування та конденсація.
- Характеристики вологості повітря.
- Теплове розширення тіл.
- Перенесення маси.
- Чат консультація з теми «Молекулярна фізика та термодинаміка».

4) Виконати розрахунки до лабораторної роботи “Вивчення коефіцієнта в'язкості рідини методом Стокса” (додаток 6) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel.

5) Виконати розрахунки до лабораторної роботи “Визначення коефіцієнта поверхневого натягу методом відриву краплі” (додаток 7) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel.

6) Виконати розрахунки відносної та абсолютної вологості повітря до лабораторної роботи “Визначення вологості атмосферного повітря” (додаток 8) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel.

7) Виконати розрахунки до лабораторної роботи “Визначення коефіцієнта Пуассона газу методом адіабатичного розширення ” (додаток 9) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel.

8) Виконати розрахунки до лабораторної роботи “Вимірювання коефіцієнта лінійного розширення металу” (додаток 10) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel.

9) На основі отриманих розрахунків до лабораторної роботи “Вимірювання коефіцієнта лінійного розширення металу” (додаток 10) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel побудувати графік залежності видовження провідника Δl від кількості теплоти при проходженні струму через нього.

5) Створити презентацію для супроводження власної доповіді в умовах аудиторного заняття з наступних тематик:

- Використання вакууму в сільському господарстві.
- Зріджені гази у сільському господарстві.
- Особливості використання криогенної техніки в сільському господарстві.
- Значення поверхневого натягу для сільського господарства.
- Вплив вологості повітря на живі організми, використання цього явища в сільськогосподарському господарстві.
- Практичне застосування капілярності в сільському господарстві.
- Деформації в сільському господарстві.

Вимоги до презентації:

1. Кількість слайдів від дев'яти до дванадцяти.
2. Перший слайд обов'язково має включати тему доповіді та прізвище доповідача. Також доцільно указати свій e-mail.
3. Другий слайд має висвітлити план доповіді.
4. Останній слайд має висвітлювати короткі висновки доповіді.
5. Доцільно використовувати шрифт не менше як 14 пт Times New Roman Суг. Інтервал краще використовувати одинарний;

Завдання для високого рівня

1) Розробити віртуальні лабораторні роботи з наступних тематик:

- Визначення коефіцієнта в'язкості методом Стокса (додаток 6).
- Визначення коефіцієнта поверхневого натягу (додаток 7).
- Визначення вологості повітря (додаток 8).
- Визначення відношень молярних теплоємностей повітря при адіабатичному розширенні (додаток 9).
- Визначення коефіцієнта лінійного розширення твердих тіл (додаток 10).

2) Розробити аудіовізуальний запис (додаток 25) для підготовки до виконання лабораторних робіт з наступних тематик:

- Визначення коефіцієнта в'язкості методом Стокса (додаток 6).
- Визначення коефіцієнта поверхневого натягу (додаток 7).
- Визначення вологості повітря (додаток 8).
- Визначення відношень молярних теплоємностей повітря при адіабатичному розширенні (додаток 9).
- Визначення коефіцієнта лінійного розширення твердих тіл (додаток 10).

3) Підготувати електронний текст згідно якого створити аудіо записи (додаток 24) для підготовки до наступних тем:

- Основні положення молекулярно-кінетичної теорії. Приклади технологічних явищ, які вона пояснює.
- Ідеальний та реальний газ.
- Ізопроееси в природі.
- Теплове розширення тіл
- Обґрунтування законів термодинаміки та їх застосування.

- Кристалізація, випаровування та сублімація в сільському господарстві.
- Температура атмосфери.
- Застосування капілярних явищ в сільському господарстві.

4) Підготувати аудіовізуальні записи (додаток 25) з використанням власних презентацій, зроблених у Power Point, ProShow Producer або ін., та за допомогою програми Camtasia Studio або ін.. для підготовки до наступних тем:

- Осмос.
- Методи вимірювання вологості повітря.
- Ентальпія. Закон Гесса.
- Вимірювання температури.
- Цикл Карно.
- Тепловий двигун.
- Явища перенесення.
- Теорема Пригожина.

5) Підготувати технологію розробки та на основі її виготовити власні пристрої чи моделі та створити відеоролик-презентацію (додаток 26), що презентує теорію з наступних питань з однієї із перерахованих тематик:

- Вічний двигун.
- Капілярні явища.
- Тепловий двигун.
- Нерівноважна термодинаміка.

§ 3.4. Основи електропостачання та електроприводу

Завдання для початкового рівня

1) Написати реферативну роботу та опублікувати власні висновки до реферату у форумах чи чатах власного електронного поштового сервісу або в умовах соціальних мереж (vkontakte.ru, facebook) на одну із тем:

- Електричні прилади в сільському господарстві.
- Іоносфера.
- Блискавки.
- Полярні сяйва.
- Термоелектричні явища.
- Діелектрична проникненість середовища.
- Енергія зарядженого конденсатора.
- Застосування правил Кірхгофа.

Вимоги до оформлення реферативної роботи:

- *обсяг*: до 5 сторінок;
- *формат аркушу паперу* – А4;
- *орієнтація* – книжна;
- *поля*: ліве, праве – 1 см; верхнє, нижнє – 2 см;
- *шрифт* – Times New Roman Cyr, розмір шрифту – 14 пт;
- *інтервал* – одинарний;
- *рисунок та фотографії* подаються у форматі JPEG.

Формули – набираються в редакторі формул Equation шрифтом Times New Roman, звичайний символ – 12 пт, великий індекс – 8 пт, малий індекс – 6 пт, великий символ – 14 пт, малий символ – 12 пт.

Посилання на джерела в тексті даються у квадратних дужках. Перше число вказує номер за переліком посилань, що даються згідно порядку їх появи в тексті, після коми дається друге число, яке відповідає номеру сторінки. Перелік посилань має назву "Список використаних джерел" і

розташовується по центру після основного тексту через один інтервал. Список використаних джерел оформляється відповідно до правил бібліографічного опису.

Завдання для достатнього рівня

1) Після оформлення реферативної роботи переслати його по електронній адресі: referat@i.ua, зазначивши в темі листа прізвище, номер групи. У листі продублювати тему реферативної роботи.

2) Підготувати текст доповіді на основі запропонованих ресурсів (у форматах PDF, Word, djvu та ін..) електронної бібліотеки віртуально-навчального середовища та інших ресурсів мережі Інтернет для участі у мініконференції у тематичному форумі з теми:

- Надпровідність.
- Термоелектронна емісія.
- Електричний струм в рідинах.
- Електричний струм в газах

3) Підготувати власні висновки, основні ідеї в електронному вигляді на основі запропонованих ресурсів (у форматах PDF, Word, djvu та ін..) електронної бібліотеки віртуально-навчального середовища та інших ресурсів мережі Інтернет для електронної дискусії у тематичному чаті з наступних тематик:

- Особливості напівпровідників та застосування їх у сільському господарстві.
- Типи провідності та їх особливості.
- Чат-консультація з теми «Електричний струм»

4) За даними, що отримані при прямих вимірюваннях в процесі виконання лабораторної роботи “Розширення меж вимірювання електровимірювальних приладів” (додаток 11) Побудувати градуировочні графіки $n(U)$ та $n(I)$ залежності за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel.

5) Виконати розрахунки до лабораторної роботи “Визначення опору методом мостової схеми” до 0,0001 (додаток 12) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel.

6) Виконати розрахунки до лабораторної роботи до 0,00001 “Дослідження термоелектрорушійної сили термопари” (додаток 13) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel.

7) На основі розрахункових значень $E_{сер}$ до лабораторної роботи “Дослідження термоелектрорушійної сили термопари” (додаток 13) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel. Побудувти графік залежності функції $A = f(T_i - \theta_0)$. На осі абсцис зазначити різниці температур, а на осі ординат – $E_{сер}$ в мікрвольтах.

8) Створити презентацію для супроводження власної доповіді в умовах аудиторного заняття з наступних тематик:

- Класична електронна теорія електропровідності металів та її дослідне обґрунтування.
- Закон Відемана-Франца. Недоліки класичної теорії провідності металів.
- Струм в газах.
- Плазма.
- Енергія електростатичного поля. Густина енергії.
- Електропровідність електролітів.
- Атомна структура електрики.
- Досліди Йоффе, Міллікена.

Вимоги до презентації:

1. Кількість слайдів від дев’яти до дванадцяти.
2. Перший слайд обов’язково має включати тему доповіді та прізвище доповідача. Також доцільно указати свій e-mail.
3. Другий слайд має висвітлити план доповіді.
4. Останній слайд має висвітлювати короткі висновки доповіді.

5. Рисунок та схематичне зображення має містити короткі пояснення.
6. Доцільно використовувати шрифт не менше як 14 пт Times New Roman Cyr. Інтервал краще використовувати одинарний.

Завдання для високого рівня

- 1) Розробити віртуальні лабораторні роботи з наступних тематик:
 - Розширення меж вимірювання електровимірювальних приладів (додаток 11).
 - Визначення опору методом мостової схеми (додаток 12).
 - Дослідження термоелектрорушійної сили термопари (додаток 13).
- 2) Розробити аудіовізуальний запис (додаток 25) для підготовки до виконання лабораторних робіт з наступних тематик:
 - Розширення меж вимірювання електровимірювальних приладів (додаток 11).
 - Визначення опору методом мостової схеми (додаток 12).
 - Дослідження термоелектрорушійної сили термопари (додаток 13).
- 3) Підготувати електронний текст згідно якого створити аудіо записи (додаток 24) для підготовки до наступних тем:
 - Основні поняття електрики.
 - Основні закони електрики.
 - Іоносфера.
 - Блискавки.
 - Полярні саява.
 - Електрофорез.
- 4) Підготувати аудіовізуальні записи (додаток 25) з використанням власних презентацій, зроблених у Power Point, ProShow Producer або ін., та за

допомогою програми Camtasia Studio або ін.. для підготовки до наступних тем:

- Біологічні потенціали.
- Техніка вимірювання мембранних струмів.
- Електрична активність серця.
- Електрична активність мозку.
- Рух зарядженої частинки в однорідному електричному полі.
- Термоелектричні явища.
- Енергія зарядженого конденсатора.
- Катодне проміння.

5) Підготувати технологію розробки та на основі її виготовити власні пристрої чи моделі та створити відеоролик-презентацію (додаток 26), що презентує теорію з наступних питань з однієї із перерахованих тематик:

- Самостійний розряд.
- Електроліз.
- Електричний струм в газах.
- Катодне проміння.
- Принцип дії конденсатора.
- Теплова дія електричного струму.

§ 3.5 Апарати керування і захисту

Завдання для початкового рівня

1) Написати реферативну роботу та опублікувати власні висновки до реферату у форумах чи чатах власного поштового сервісу або в умовах соціальних мереж (vkontakte.ru, facebook) на одну із тем:

- Пристрій керування комплектний вибухозахищений КУУВ-500/500
- Пристрій керування комплектний вибухозахищений КУУВ-ВСП
- Пристрій плавного пуску комплектний вибухозахищений КУВПП-250М
- Пристрій керування комплектний вибухозахищений рудничний КУУВК-250
- Вимикач автоматичний АВ-400ДО4
- Джерело живлення шахтне модернізоване типу ИПШ–М
- Пускачі вибухозахищені рудничні ПВР-63Р, 125/160Р
- Джерела живлення шахтні типу ИПШ
- Пускачі вибухозахищені рудничні ПВР-250/315РТ
- Пускач рудничний вибухозахищений типу ПРВИ
- Пускач рудничний вибухозахищений типу ПРВИ-Р

Вимоги до оформлення рефератів:

- *обсяг*: 3-4 сторінки;
- *формат аркушу паперу* – А4;
- *орієнтація* – книжна;
- *поля*: ліве, праве – 2,5 см; верхнє – 2,5см, нижнє – 2 см;
- *шрифт* – Times New Roman Суг, розмір шрифту – 13 пт;
- *інтервал* – одинарний;
- *рисунок та фотографії* подаються у форматі JPEG.

Слово “Таблиця” та номер таблиці розташовується праворуч, а її заголовок – по центру (жирним шрифтом).

Формули – набираються в редакторі формул Equation шрифтом Times New Roman, звичайний символ – 12 пт, великий індекс – 8 пт, малий індекс – 6 пт, великий символ – 14 пт, малий символ – 12 пт.

Посилання на джерела в тексті даються у квадратних дужках. Перше число вказує номер за переліком посилань, що даються згідно порядку їх появи в тексті, після коми дається друге число, яке відповідає номеру сторінки. Перелік посилань має назву "Список використаних джерел" і розташовується по центру після основного тексту через один інтервал. Список використаних джерел оформляється відповідно до правил бібліографічного опису.

Завдання для достатнього рівня

1) Після оформлення реферативної роботи переслати її по електронній адресі: referat@i.ua, зазначивши в темі листа прізвище, номер групи. У листі продублювати тему реферативної роботи.

2) Підготувати текст доповіді на основі запропонованих ресурсів (у форматах PDF, Word, djvu та ін..) електронної бібліотеки віртуально-навчального середовища та інших ресурсів мережі Інтернет для участі у мініконференції у тематичному форумі з теми:

- Особливості електромагнітних коливань.
- Ефект Холла.
- Самоіндукція.
- Взаємоіндукція.
- Магнітне поле Землі.

3) Підготувати власні висновки, основні ідеї в електронному вигляді на основі запропонованих ресурсів (у форматах PDF, Word, djvu та ін..) електронної бібліотеки віртуально-навчального середовища та інших

ресурсів мережі Інтернет для електронної дискусії у тематичному чаті з наступних тематик:

- Принципи магнітографії.
- Прикладний магнетизм.
- Чат-консультація з теми «Електромагнетизм»

4) Виконати розрахунки до лабораторної роботи “Визначення магнітного поля колового струму і визначення горизонтальної складової напруженості магнітного поля Землі” (додаток 14) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel.

5) На основі отриманих розрахунків до лабораторної роботи “Визначення магнітного поля колового струму і визначення горизонтальної складової напруженості магнітного поля Землі ” (додаток 14) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel побудувати графік залежності $B(I)$.

6) Виконати розрахунки до лабораторної роботи “Визначення питомого заряду електрона методом магнетрона” (додаток 15) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel.

7) Виконати розрахунки до лабораторної роботи “Вивчення ефекта Холла” (додаток 16) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel.

8) На основі отриманих розрахунків до лабораторної роботи “Вивчення ефекта Холла” (додаток 16) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel Побудувати графік залежності $U(B)$.

4) Виконати розрахунки до лабораторної роботи “Фізичні параметри біполярного транзистора” (додаток 20) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel.

5) На основі отриманих даних I_k та $I_б$ у лабораторній роботі “Фізичні параметри біполярного транзистора” (додаток 20) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel побудувати графік залежності $I_k(I_б)$.

6) На основі отриманих даних I_K та $U_{ке}$ у лабораторній роботі “Фізичні параметри біполярного транзистора” (додаток 20) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel побудувати графік залежності $I_K(U_{ке})$.

7) На основі отриманих даних $U_{ке}$ та $U_{бе}$ у лабораторній роботі “Фізичні параметри біполярного транзистора” (додаток 20) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel побудувати графік залежності $U_{ке}(U_{бе})$.

8) На основі отриманих даних $I_б$ та $U_{бе}$ у лабораторній роботі “Фізичні параметри біполярного транзистора” (додаток 20) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel побудувати графік залежності $I_б(U_{бе})$.

9) Виконати розрахунки до лабораторної роботи “Дослідження діодного оптрона” (додаток 21) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel.

10) На основі отриманих даних та розрахунків до лабораторної роботи “Дослідження діодного оптрона” (додаток 21) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel побудувати графіки статичних характеристик:

1.а.) вхідної $I_{вх} = f(U_{вх})$,

1.б.) вихідних $I_{вих} = f(U_{вих})/I_{вх} = \text{const}$

1.в.) прямої передачі $I_{вих} = f(I_{вх})/U_{вих} = \text{const}$.

1.г.) графік $E_f = f(I_{вх})$.

11) Створити презентацію для супроводження власної доповіді в умовах аудиторного заняття з наступних тематик:

- Магнітне поле тороїда і довгого соленоїда.
- Магнітні моменти атомів. Атом в магнітному полі.
- Особливості діа- і парамагнетизму.
- Феромагнетики.
- Енергія електромагнітних хвиль.
- Вектор Пойнтінга.

Вимоги до презентації:

1. Кількість слайдів від дев'яти до дванадцяти.
2. Перший слайд обов'язково має включати тему доповіді та прізвище доповідача. Також доцільно указати свій e-mail.
3. Другий слайд має висвітлити план доповіді.
4. При використанні графічних значень надати короткі пояснення у слайдах.
5. Останній слайд має висвітлювати короткі висновки доповіді.
6. Доцільно використовувати шрифт не менше як 14 пт Times New Roman Cyr. Інтервал краще використовувати одинарний;

Завдання для високого рівня

1) Розробити віртуальні лабораторні роботи з наступних тематик:

- Визначення магнітного поля колового струму і визначення горизонтальної складової напруженості магнітного поля Землі (додаток 14).
- Визначення питомого заряду електрона методом магнетрона (додаток 15).
- «Фізичні параметри біполярного транзистора» (додаток 20).

2) Розробити аудіовізуальний запис (додаток 25) для підготовки до виконання лабораторних робіт з наступних тематик:

- Визначення магнітного поля колового струму і визначення горизонтальної складової напруженості магнітного поля Землі (додаток 14).
- Визначення питомого заряду електрона методом магнетрона (додаток 15).
- Фізичні параметри біполярного транзистора (додаток 20).

3) Підготувати електронний текст згідно якого створити аудіо записи (додаток 24) для підготовки до наступних тем:

- Основні поняття електромагнетизму.
- Магнітне поле Землі.
- Резонанс напруг.
- Взаємозв'язок електричного і магнітного полів.
- Сила Лоренца.

4) Підготувати аудіовізуальні записи (додаток 25) з використанням власних презентацій, зроблених у Power Point, ProShow Producer або ін., та за допомогою програми Camtasia Studio або ін.. для підготовки до наступних тем:

- Добування змінного електричного струму.
- Ефективне значення струму і напруги.
- Трансформатори.
- Передавання електроенергії на відстань.
- Явищу термоелектронної емісії
- Електроннопроменева трубка.
- Випрямляч на напівпровідниках.
- Електромагнітні коливання і хвилі.

5) Підготувати технологію розробки та на основі її виготовити власні пристрої чи моделі та створити відеоролик-презентацію (додаток 26), що презентує теорію з наступних питань з однієї із перерахованих тематик:

- Коливальний контур.
- Телебачення і радіолокація.
- Самоіндукція.
- Взаємоіндукція.
- Ефект Холла.

§ 3.6 Електричне освітлення та опромінення

Завдання для початкового рівня

1) Написати реферативну роботу та опублікувати власні висновки до реферату у форумах чи чатах власного поштового сервісу або в умовах соціальних мереж (vkontakte.ru, facebook) на одну із тем:

- Окуляр-мікрометр і об'єкт мікрометр.
- Окулярний гвинтовий мікрометр.
- Методи спостереження інтерференції світла.
- Ефект Комптона.
- Сонячне випромінювання.
- Квантові властивості випромінювання.
- Вплив оптичного випромінювання видимого діапазону на живі організми.
- Теплові детектори.
- Квантові детектори.
- Застосування калориметричних методів.

Вимоги до оформлення реферативних робіт:

- *обсяг*: 4-7 сторінок;
- *формат аркушу паперу* – А4;
- *орієнтація* – книжна;
- *поля*: ліве, праве – 2,5 см; верхнє, нижнє – 2 см;
- *шрифт* – Times New Roman Суг, розмір шрифту – 12 пт;
- *інтервал* – одинарний;
- *рисунки та фотографії* подаються у форматі JPEG.

Слово “Таблиця” та номер таблиці розташовується праворуч, а її заголовок – по центру (жирним шрифтом).

Формули – набираються в редакторі формул Equation шрифтом Times New Roman, звичайний символ – 12 пт, великий індекс – 8 пт, малий індекс – 6 пт, великий символ – 14 пт, малий символ – 12 пт.

Посилання на джерела в тексті даються у квадратних дужках. Перше число вказує номер за переліком посилань, що даються згідно порядку їх появи в тексті, після коми дається друге число, яке відповідає номеру сторінки. Перелік посилань має назву "Список використаних джерел" і розташовується по центру після основного тексту через один інтервал. Список використаних джерел оформляється відповідно до правил бібліографічного опису.

Завдання для достатнього рівня

1) Після оформлення реферативної роботи переслати її по електронній адресі: referat@i.ua, зазначивши в темі листа прізвище, номер групи. У листі продублювати тему реферативної роботи.

2) Підготувати текст доповіді на основі запропонованих ресурсів (у форматах PDF, Word, djvu та ін..) електронної бібліотеки віртуально-навчального середовища та інших ресурсів мережі Інтернет для участі у мініконференції у тематичному форумі з теми:

- Поширення світла в природі.
- Особливості штучної оптичної анізотропії.
- Природне поляризоване світло.

3) Підготувати власні висновки, основні ідеї в електронному вигляді на основі запропонованих ресурсів (у форматах PDF, Word, djvu та ін..) електронної бібліотеки віртуально-навчального середовища та інших ресурсів мережі Інтернет для електронної дискусії у тематичному чаті з наступних тематик:

- Особливості дифракції та дисперсії.
- Практичне застосування інтерференції світла.

- Чат-консультація з теми «Хвильові процеси. Геометрична та хвильова оптика».

4) Виконати розрахунки до лабораторної роботи “Аналіз характеристик сенсорів хвильового фронту” (додаток 22) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel.

5) Виконати розрахунки до лабораторної роботи «Поглинання інфрачервоного випромінювання атмосферою» (додаток 23) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel.

6) Створити презентацію для супроводження власної доповіді в умовах аудиторного заняття з наступних тематик:

- Подвійне променезаломлення.
- Ефект Доплера.
- Метод зон Френеля. Прямолінійне поширення світла.
- Дифракція рентгенівського випромінювання.
- Електронна теорія дисперсії світла.
- Поглинання світла.
- Філософія електромагнітної теорії Максвелла.
- Принцип Ферма.
- «Ультрафіолетова катастрофа».

Вимоги до презентації:

1. Кількість слайдів від дев’яти до дванадцяти.
2. Перший слайд обов’язково має включати тему доповіді та прізвище доповідача. Також доцільно указати свій e-mail.
3. Другий слайд має висвітлити план доповіді.
4. Останній слайд має висвітлювати короткі висновки доповіді.
5. Доцільно використовувати шрифт не менше як 14 пт Times New Roman Cyr. Інтервал краще використовувати одинарний.

Завдання для високого рівня

1) Розробити віртуальні лабораторні роботи з тематики:

- Аналіз характеристик сенсорів хвильового фронту (додаток 22)
- Поглинання інфрачервоного випромінювання атмосферою (додаток 23)

2) Розробити аудіовізуальний запис (додаток 25) для підготовки до виконання лабораторних робіт з тематик:

- Аналіз характеристик сенсорів хвильового фронту (додаток 22)
- Поглинання інфрачервоного випромінювання атмосферою (додаток 23)

3) Підготувати електронний текст згідно якого створити аудіо записи (додаток 24) для підготовки до наступних тем:

- Основні поняття теми «Хвильові процеси. Геометрична та хвильова оптика».
- Особливості інтерференції світла та практичне застосування.
- Особливості дифракції світла.
- Електронна теорія дисперсії світла.
- Подвійне променезаломлення.

4) Підготувати аудіовізуальні записи (додаток 25) з використанням власних презентацій, зроблених у Power Point, ProShow Producer або ін., та за допомогою програми Camtasia Studio або ін.. для підготовки до наступних тем:

- Когерентність та монохроматичність світлових хвиль.
- Оптична довжина шляху.
- Тиск світла. Дослід Лебедева.
- Основні поняття фотометрії.

- Методи спостереження інтерференції світла.
- Поляризація світла та методи його одержання.
- Закони випромінювання абсолютно чорного світла.
- Двоїста корпускулярно-хвильова природа світла.
- Фазова і групова швидкості світла.
- Дослід Йофе і Добронравова.
- Червоне зміщення в спектрах галактики.

5) Підготувати технологію розробки та на основі її виготовити власні пристрої чи моделі та створити відеоролик-презентацію (додаток 26), що презентує теорію з наступних питань з однієї із перерахованих тематик:

- Інтерференція світла.
- Дифракція світла.
- Дисперсія світла.
- Методи вимірювання сонячного випромінювання.
- Колориметрія.

§ 3.7. Автоматичні системи керування

Завдання для початкового рівня

1) Написати реферативну роботу та опублікувати власні висновки до реферату у форумах чи чатах власного поштового сервісу або в умовах соціальних мереж (vkontakte.ru, facebook) на одну із тем:

- Розвиток вчення про будову речовини.
- Досліди Франка і Герца.
- Застосування фотоефекта.
- Спектр атому водню.

Вимоги до оформлення рефератів:

- *обсяг*: 3-5 сторінок;
- *формат аркушу паперу* – А4;
- *орієнтація* – книжна;
- *поля*: ліве, праве – 2 см; верхнє, нижнє – 2 см;
- *шрифт* – Times New Roman Суг, розмір шрифту – 12 пт;
- *інтервал* – 1,5;
- *рисунок та фотографії* подаються у форматі JPEG.

Слово “Таблиця” та номер таблиці розташовується праворуч, а її заголовок – по центру (жирним шрифтом).

Формули – набираються в редакторі формул Equation шрифтом Times New Roman, звичайний символ – 12 пт, великий індекс – 8 пт, малий індекс – 6 пт, великий символ – 14 пт, малий символ – 12 пт.

Посилання на джерела в тексті даються у квадратних дужках. Перше число вказує номер за переліком посилань, що даються згідно порядку їх появи в тексті, після коми дається друге число, яке відповідає номеру сторінки. Перелік посилань має назву "Список використаних джерел" і розташовується по центру після основного тексту через один інтервал. Список використаних джерел оформляється відповідно до правил бібліографічного опису.

Завдання для достатнього рівня

1) Після оформлення реферативної роботи переслати її по електронній адресі: referat@i.ua, зазначивши в темі листа прізвище, номер групи. У листі продублювати тему реферативної роботи.

2) Підготувати текст доповіді на основі запропонованих ресурсів (у форматах PDF, Word, djvu та ін..) електронної бібліотеки віртуально-навчального середовища та інших ресурсів мережі Інтернет для участі у мініконференції у тематичному форумі з теми:

- Фотосинтез та його роль в сільському господарстві.
- Особливості тиску світла.
- Теплове випромінювання.

3) Підготувати власні висновки, основні ідеї в електронному вигляді на основі запропонованих ресурсів (у форматах PDF, Word, djvu та ін..) електронної бібліотеки віртуально-навчального середовища та інших ресурсів мережі Інтернет для електронної дискусії у тематичному чаті з наступних тематик:

- Одновимірна прямокутна потенціальна яма.
- Спін електрона.
- Чат-консультація з теми «Квантові властивості світла».

4) Виконати розрахунки середнього значення напруги U та опору R до лабораторної роботи “Дослідження залежності опору напівпровідників від температури” (додаток 17) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel.

5) На основі отриманих розрахунків до таблиці 1 лабораторної роботи “Дослідження залежності опору напівпровідників від температури” (додаток 17) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel побудувати графік залежності $R(U)$.

6) Виконати розрахунки значення $5,8 \cdot 10^{-3} / T$ і $\ln R$ для всіх температур до лабораторної роботи “Дослідження залежності опору

напівпровідників від температури” (додаток 17) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel.

7) На основі отриманих розрахунків до таблиці 2 лабораторної роботи “Дослідження залежності опору напівпровідників від температури” (додаток 17) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel побудувати графік залежності $\ln R = f(5.8 \cdot 10^{-3} / T)$.

8) Визначити опір фоторезистора R_{ϕ} та світловий потік Φ_{π} до лабораторної роботи “Внутрішній фотоефект у напівпровідниках” (додаток 18) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel.

10) На основі отриманих розрахунків до таблиці 1 лабораторної роботи “Внутрішній фотоефект у напівпровідниках” (додаток 18) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel побудувати графік залежності $I=f(\Phi_{\pi})$.

11) На основі отриманих даних до таблиці 2 лабораторної роботи “Внутрішній фотоефект у напівпровідниках” (додаток 18) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel побудувати графік залежності $I=f(U)$.

12) Виконати розрахунки до таблиці 1 лабораторної роботи “Зняття вольт-амперної характеристики напівпровідникового діоду” (додаток 19) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel.

13) На основі отриманих розрахунків до таблиці 1 лабораторної роботи “Зняття вольт-амперної характеристики напівпровідникового діоду” (додаток 19) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel побудувати графіки залежності $I_0=f(U_d)$, $R_{np}=f(U_d)$.

14) Виконати розрахунки до таблиці 2 лабораторної роботи “Зняття вольт-амперної характеристики напівпровідникового діоду” (додаток 19) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel.

15) На основі отриманих розрахунків до таблиці 2 лабораторної роботи “Зняття вольт-амперної характеристики напівпровідникового діоду”

(додаток 19) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel побудувати графіки залежності $I_{зв} = f(U)$, $R_{зв} = f(U)$.

16) Створити презентацію для супроводження власної доповіді в умовах аудиторного заняття з наступних тематик:

1. Постулати Бора.
2. Фотосинтез.
3. Тиск світла.
4. Закон Планка.

Вимоги до презентації:

1. Кількість слайдів від дев'яти до дванадцяти.
2. Перший слайд обов'язково має включати тему доповіді та прізвище доповідача. Також доцільно указати свій e-mail.
3. Другий слайд має висвітлити план доповіді.
4. Останній слайд має висвітлювати короткі висновки доповіді.
5. Доцільно використовувати шрифт не менше як 14 пт Times New Roman Суг. Інтервал краще використовувати одинарний;

Завдання для високого рівня

1) Розробити віртуальні лабораторні роботи з наступних тематик:

- Дослідження залежності опору напівпровідників від температури (Додаток 17).
- Внутрішній фотоефект у напівпровідниках (Додаток 18).
- Зняття вольт-амперної характеристики напівпровідникового діоду (Додаток 19).

2) Розробити аудіовізуальний запис (додаток 25) для підготовки до виконання лабораторних робіт з наступних тематик:

- Дослідження залежності опору напівпровідників від температури (Додаток 17).
- Внутрішній фотоефект у напівпровідниках (Додаток 18).
- Зняття вольт-амперної характеристики напівпровідникового діоду (Додаток 19).

3) Підготувати електронний текст згідно якого створити аудіо записи (додаток 24) для підготовки до наступних тем:

- Основні поняття модуля «Квантові властивості світла».
- Моделі атома.
- Принцип Паулі.
- Нанотехнологія.
- Поглинання світла.
- Поляризація світла.
- Особливості фотосинтезу.

4) Підготувати аудіовізуальні записи (додаток 25) з використанням власних презентацій, зроблених у Power Point, ProShow Producer або ін., та за допомогою програми Camtasia Studio або ін.. для підготовки до наступних тем:

- Фотоефект.
- Праці О. Г. Столетова.
- Фотоелементи та їх застосування.
- Природа світла.
- Закон Планка.

5) Підготувати технологію розробки та на основі її виготовити власні пристрої чи моделі та створити відеоролик-презентацію (додаток 26), що презентує теорію з наступних питань з однієї із перерахованих тематик:

- Моделі атома.
- Застосування фотоелементів.
- Природа світла.

Глосарій

Аудіо записи – звукові навчальні засоби.

Аудіоконференція – технологія, яка використовує систему громадського телефонного зв'язку для з'єднання людей у двох або більше місцях. Для великих груп людей використовують додаткові пристрої для зменшення шуму та інтерференції.

Безперервна освіта – комплексна система освіти, яка об'єднує довузівську (школи, коледжі), вищу і післядипломну освіту, охоплюючи курсове навчання.

Біт за секунду (біт/с, BPS) – міра швидкості передавання даних каналом зв'язку.

Модулі навчальної дисципліни – це блоки дисципліни за графіком навчального процесу задля поетапного надання освітніх послуг та проведення обов'язкових аудиторних занять.

Броузер (browser) – засіб переглядання. Програмні засоби, що надають текстовий або графічний інтерфейс для інтерактивного шукання, знаходження, переглядання і опрацювання даних в мережі.

Валідність – комплексна характеристика психодіагностичної методики (тексту), що охоплює відомості щодо сфери досліджуваних явищ та репрезентативності діагностичної процедури стосовно до них. З'ясувати валідність означає перевірити, чи справді текст вимірює потрібну нам характеристику і наскільки надійно він це робить.

Веб-броузер – див.Броузер.

Веб-КЕТ – мультисерверна система комп'ютерного випробовування. Підмикання через Інтернет. Мова Перл (perl). Тексти генерує сама система, після виконання завдань вона їх перевіряє і надає результат.

Веб-сервер – див.Сервер.

Веб-сторінка (домашня сторінка) – сторінка інформації на комп'ютері у форматі HTML, створена користувачем за допомогою браузера і доступна для інших користувачів.

Вибіркові навчальні дисципліни (ВБ) – дисципліни, що їх установлює вищий навчальний заклад і вводить для засвоєння освітніх і кваліфікаційних потреб особи, ефективного користування можливостей і традицій конкретного навчального закладу, регіональних потреб тощо. ВБ поділяють на цикли дисциплін: самостійного вибирання навчального закладу та самостійного вибирання студента.

Види навчальних занять у системі ДН: установчі лекції, групові семінари (тьюторіали); співбесіди та консультації: аналізування ситуації (кейс-стаді); комп'ютерні ділові ігри; курсове проектування тощо.

Виділена лінія (Dedicated Line) – це виділена конкретному абонентові лінія зв'язку.

Випереджувальна освіта – освіта, зорієнтована на існування людини в інформаційному суспільстві. Сама інформатика, в цьому разі, виступає як фундаментальна природничо-наукова дисципліна і повинна мати відповідну відображеність в програмах, методиках і навчальних планах перспективної системи вищої освіти.

Відеозаписи – навчальні засоби, які охоплюють оглядові образи: нерухомі – слайди (рисунок, діаграми, графіки, кресленики тощо); рухомі – фільми, відеокасети (демонстрування дії інструментів, обладдя, аналізування змін в часі з користанням анімації тощо); аудіо- та відео конференції в реальному масштабі часу.

Відкрита дистанційна освіта (ВДО) – це нова модель освіти дорослих, зокрема керівничої ланки, яка втілила в собі провідні вітчизняні і зарубіжні розробки в галузі конкретних наук, а також наук про поведінку, методології, розвивання особистості тощо. Ця модель принципово відрізняється від моделі традиційного професійного навчання (у всіх його формах – очній,

заочній, вечірній) за метою, змістом освіти, характером діяльності викладачів та студентів, а також за результатами.

Відкрита освіта (ВО) – освіта, доступна кожному, хто бажає, без аналізування його початкового рівня знань (без вступних екзаменів). Високу якість знань забезпечувано академічністю курсів, урахуванням потреб ринку та підсилюванням відповідальності студента за результатами навчання. Технології і методики навчання такі самі, як і в дистанційній освіті.

Відкритий університет (ВУ) – вищий навчальний заклад, який сповідує відкриту освіту. Відомі ВУ: Британський, Канадський національні університети.

Віртуальний – умовний, уявний.

Віртуальна освіта – це процес і результат взаємодії суб'єктів і об'єктів освіти, що супроводжується створюванням ними віртуального освітнього простору, специфіку якого визначають ці суб'єкти і об'єкти. Основний ефект, завдяки якому реалізується навчання, ефект присутності. Системи віртуальної реальності дають змогу бачити, чути і відчувати навколишній віртуальний світ, синтезований комп'ютером. Віртуальна освіта тісно пов'язана з дистанційною освітою, але не зводиться тільки до неї. Подібний ефект може бути створений у разі звичайної взаємодії вчителів, учнів і об'єктів, що вивчають.

Віртуальний університет – самостійний навчальний заклад, незалежний від будь-яких навчальних установ. Надає освітні послуги тільки методом дистанційного навчання. Має власну ліцензію, навчальні програми і курси. Він не має навчальних корпусів, гуртожитків, актових зал тощо.

Геоінформаційні технології – призначені для створення геоінформаційних систем (ГІС), в яких принципово вирішують всі завдання на високому рівні інтегрування та об'єднання даних, які використовують методи просторового аналізування.

Гіпертекст (Hertext) – тип інтерактивного середовища з можливостями переходження за посилками. Посилки, впроваджені в слова

або фрази, дають змогу користувачу вибирати (установити покажчик і натиснути ліву кнопку миші) текст і негайно ввести пов'язані з ним відомості та матеріали мультімедіа. Гіпертекстова технологія дає змогу, наприклад, в комп'ютерних курсах з окремих дисциплін переглядати потрібну інформацію з будь-якої галузі знань. При цьому браузер з'єднаний з віддаленим комп'ютером стільки часу, скільки потрібно для отримання і перегляду потрібної інформації.

Гіпертекстова мова посилання – див. HTML.

Глосарій – словник основних елементів тексту – в навчально-методичній літературі, зокрема в підручниках та навчальних посібниках для дистанційного навчання (ДН).

Дидактичні засоби (ДЗ) системи ДН – засоби, що виконують функції: організаційну, навчальну, корегувальну, комунікативну, рефлексивну, контролювання і прогнозування. Комплекс ДЗ може бути представлений у вигляді трьох блоків: інформаційно-змістовного; контрольно-комунікативного; корекційно-узагальнювального.

Дистанційна освіта (ДО) – це освіта, яка може використовувати окремі елементи денної (очної), заочної, вечірньої форм навчання та екстернату на основі нових інформаційних технологій та систем мультімедіа. Сучасні засоби спілкування та електронних видань дають змогу подолати недоліки традиційних форм навчання, зберігаючи при цьому всі їх достоїнства.

Дистанційне навчання (ДН) – це форма здобування освіти, поряд із денною та заочною, в якій в освітньому процесі використовують найкращі традиційні та інноваційні засоби, а також форма навчання, засновані на комп'ютерних та телекомунікаційних технологіях. Основу освітнього процесу за ДН становить цілеспрямована і контрольована інтенсивна самостійна робота студента, який може навчатись у зручному для себе місці, за індивідуальним розкладом, маючи при собі комплекс спеціальних засобів навчання і погоджену можливість конспектувати за викладачем телефоном, електронною та звичайною поштою, а також очно.

Дистанційні навчальні заклади – це комерційні структур надавання освітніх послуг, які працюють на принципах самооплатності.

Дистрактори – неправильні альтернативи і тестових питань.

Електронна бібліотека – електронні навчальні ресурси, які зберігаються на сервері базової структури дистанційного навчального закладу.

Електронна дошка об'яв - BBS (Bulletin board system) асинхронний засіб навчання. Комплекс апаратних і програмних засобів, які забезпечують обмін інформацією з використанням комп'ютерних телекомунікацій. Користувачі мають можливість залишати на ній повідомлення й файли. На відміну від Usenet, усі файли зберігаються в одному комп'ютері, яким керує один або кілька операторів.

Електронна книга – високотехнологічний пристрій, куди можна ввести інформацію обсягом на тисячі надрукованих сторінок.

Електронна пошта (e-mail) – всесвітня система розсилання і одержання інформації, одна з основних послуг Інтернету.

Електронний (звomp`ютеризований) підручник (посібник) - відрізняється від традиційного тим, що в його змісті закладено специфічну систему керування процесом навчання, яка охоплює засоби нелінійного структуроутворення та оптимізування навчального матеріалу, діагностування і корегування знань, розгалужену систему зворотного зв'язку. Переваги електронних видань над паперовими: великий обсяг текстової інформації; можливість сканування та копіювання тексту; найкраще обслуговування: дизайн, музичний супровід, відео кліпи; наявність у тексті довідково-інформаційної шукальної системи; компактність видання тощо.

ЄАДО (EADTU) – Європейська асоціація дистанційно навчання. Завантаження (download)- це передавання програм або даних головного на підімкнений до нього пристрій, зазвичай із сервера локальної або глобальної мереж на комп'ютер.

Заліковий модуль – див. Модуль заліковий.

Засоби навчання для СНД – навчально практичні посібники (НПП), навчальні матеріали в електронному, гіпертекстовому та лінійному виглядах, відео та аудіо матеріали. Комп’ютерні навчальні системи у звичайному і мультимедійному варіантах тощо.

Захист (security) – контрольні механізми, які перешкоджають незаконному користуванню інформаційними ресурсами.

Змістовий модуль – див. Модуль змістовий.

ЗНС – завтоматизовані навчальні системи

ЗРМ – завтоматизоване навчальне місце студента або викладача.

ІТТО – інститут ЮНЕКО з інформаційних технологій в освіті.

ІКТ – інформаційні і комунікаційні технології.

Індивідуалізація навчання – організація процесу навчання. Яка передбачає його модифікування відповідно до потреб того, хто навчається.

Інновації – новостворені (застосовані) і (або) вдосконалені конкурентно-спроможні технології, продукція або послуги, а також організаційно-технічні рішення виробничого, адміністративного, комерційного або іншого характеру, що істотно поліпшують структуру та якість виробництва і (або) соціальної сфери.

Інтерактивний режим – режим безпосередньої взаємодії людини-користувача з персональним комп’ютером (ПК).

Інтередюнет – глобальна міжнародна освітня система. Проект ЮНЕСКО і Міносвіти Російської Федерації.

Інтернет – глобальна мережа, яка зв’язує тисячі компактних мереж і дає змогу забезпечити зв’язок мільйонами користувачів і доступ до інформаційних ресурсів усього світу.

Інтернетова конференція – програма для спілкування через будь-яку комп’ютерну мережу, яка дає змогу передавати звук, відео, графіки, файли. Спільно працювати з іншими програмами та проводити відео конференції, використовуючи звичайні комп’ютери, відімкнені до Інтернету.

Інтернетовий протокол – протокол. Що визначає одиниці інформації, передані між системами доправлення її.

Інтертекст – комп'ютерний посібник з інтерактивним прикладом навчальної інформації.

Інтерфейс (Interfase) – сукупність апаратних програмних засобів, призначених для обміну інформацією між різними пристроями в комп'ютері, обчислювальних системах мережах.

Інформатизування освіти – це процес, в якому політичні. Соціально-економічні, технологічні і правові механізми тісно пов'язані на основі застосування комп'ютерів, інформаційних технологій і засобів зв'язку.

Інформаційні технології і засоби інформатики в системі ДН: текстові і графічні редактори, електронні таблиці; засоби керування базами даних; гіпертексти; експертні системи; мультимедіа-технології; геоінформаційні (ГІС-технології); інтерактивні веб-технології; системи комп'ютерного відеоконференцзв'язку (КВКЗ) тощо.

Інфраструктура ДН – керівництво системою ДН і регіональна мережа.

ІТКС- інформаційно-телекомунікаційні системи.

Канал (Chanel) – це Web-вузол (вузловий комп'ютер), створений для постачання інформації з Інтернету на комп'ютер користувача. Використовуючи канали, користувач може бачити не тільки одну Web-сторінку, але і всю структуру Web-вузла, що прискорює вибирання потрібної для перегляду інформації. Так звані «Активні канали» розроблені таким чином, що користувач зможе переглядати їх навіть в автономному режимі. Наприклад, їх завантажування на ПЕОМ буде виконуватися вночі, а вдень їх можна переглядати без відімкнення до Інтернету.

Канал зв'язку (Communication Link) – обладнання та програмні засоби, призначені для зв'язку двох кінцевих користувачів.

Кейс-технологія – навчальна технологія у відкритій та дистанційній освіті, в якій навчально-методичні матеріали чітко уструктуровані, скомпенсовані у спеціальний набір («кейс»), а потім їх надають студентіві

для самостійного вивчення з періодичними консультаціями у викладачів-консультантів (координаторів, тьюторів) у створених для цього центрах дистанційного навчання (ЦДН).

Координатор ДН – ключова фігура процесу ДН, яка повинна бути обізнаною одночасно в декількох галузях: з навчального предмета, в сучасних активних методах навчання; в Інтернетових технологіях; в питаннях психології спілкування в Інтернеті; в питаннях організування, керування і вистежування дистанційних курсів.

Кореспондентське навчання – варіант заочного навчання, в якому приймання і видавання знань і навчальних матеріалів здійснюють пересиланням (передаванням) через фізичних осіб, поштою, електронною поштою тощо.

Кредит (у вищій освіті) – обсяг навчального матеріалу, який з урахуванням періоду засвоювання студентом окремих навчальних елементів (відповідно до психофізіологічних норм засвоювання за користання оптимальних норм, методів і засобів навчання та контролювання), оже бути засвоєний за 54 години навчального часу (сума годин в аудиторії і самостійної роботи студента за тиждень). У додатку I Конференції Ради Європи та ЮНЕСКО про визнання кваліфікації з вищої освіти в європейському регіоні, кредит – оцінена і укваліфікована мінімальна умовна одиниця виміру «вартості» якоїсь одиниці програми вищої освіти, виконаної студентом під час навчання.

Локальна корпоативна мережа - це мережа, яка бслуовує обмежену кількість користувачів, на відміну від Інтернету.

Мережа УРАН – національна телекомунікаційна мережа для установ освіти і науки України, створена у межах Національної програми інформатизації.

Мережева технологія дистанційного навчання – технологія, базована на користання мережі Інтернет і заснована як для забезпечення студентів

навчально-методичними матеріалам, так і для інтерактивної взаємодії між викладачем та студентом.

Модем (Modem, MODulator-DEModulator) – інтерфейс кінцевого користувача, який дає змогу передавати кінцеві дані за допомогою аналогових систем, наприклад телефонних ліній.

Модератор – організатор, провідник телеконференції в системі ДН.

Модуль –(від лат. moduus – міра). В техніці – зуніфікований функційний вузол, виконаний у вигляді самостійного виробу. В системі ДН – це розділ навчальної дисципліни (див. модуль змістовий), або комплект навчально-методичних матеріалів, що його надають студентів для самостійного вивчення дисципліни (розділу дисципліни). При цьому застосовуються модулі типу: на паперових носіях (у твердих копіях); на відео- і аудіокасетах; на ком пакт-дисках. Для побудування ефективного дистанційного курсу доцільно застосовують всі типи модулів.

Модуль заліковий – охоплює один або кілька змістових модулів (розділів, тем) курсу, уструктурованих за певним обсягом змісту та годин дисципліни задля її поетапного вивчення та складання заліків (іспиту) згідно зі графіком навчального процесу у локальних ЦДН.

Модуль змістовий – система навчальних елементів, поєднаних за ознакою відповідності певному навчальному об'єктові. Це розділ навчальної дисципліни, зміст якої містить потрібну для студента інформацію, що спрямовує і забезпечує його навчання з конкретного розділу програми, визначеного метою дисципліни. Вважають основною освітньою одиницею навчального процесу в системі ДН. Забезпечує можливість формування різноманітних навчальних програм якісного і кількісного оновлювання банку навчальних курсів; уніфікування і стандартування електронних підручників – навчальних і практичних посібників, комп'ютерних програм тощо.

Модуль навчальний – див.Модуль змістовий.

Модульно-рейтингова система навчання передбачає модульне (дозоване) вивчення дисциплін і рейтингове (бальне) оцінювання знань студента.

Мультимедіатехнології – одночасне користання різних засобів надання інформації: тривимірна комп'ютерна графіка; звуковий та відеоряд; динаміка образів: інтерфейси віртуальної реальності, які дають змогу досягти в навчальних програмах граничної наочності.

Мультимедіа – комп'ютерні системи із зінтегрованою підтримкою звукозаписів та відеозаписів.

Навчальна дисципліна (у вищому навчальному закладі) – педагогічна пристосована система понять про явища, закономірності, закони, теорії, методи тощо будь-якої галузі діяльності (або сукупностей різних галузей діяльності).

Навчальна програма – це нормативний документ, який належить до комплексу документів державного стандарту освіти. Навчальна програма визначає та зміст готування фахівців і її розробляють на підставі ООП та структурно-логічної схеми готування.

Навчальне телебачення (ITV) – ефективна система доставлення навчального матеріалу в системі ДН.

Навчальний елемент (дидактична одиниця) – мінімальна доза навчальної інформації, що зберігає властивості навчального об'єкта.

Навчальний модуль – див. Модуль навчальний.

Навчальний об'єкт – навчальна інформація певного обсягу. Що має самостійну логічну структуру та зміст, і дає змогу оперувати цією інформацією в процесі розумової діяльності.

Навчальний план - це нормативний документ вищого навчального закладу, який складають на підставі професійно-освітньої програми (ОПП) та структурно-логічної схеми готування і визначає перелік та обсяг нормативних навчальних дисциплін (НР) та вибіркових навчальних дисциплін (ВБ), послідовність визначення їх. Конкретні форми проведення

навчальних занять та їх обсяг, графік навчального процесу, форми та засоби проведення поточного та підсумкового контролювання.

Навчальний продукт (освітній продукт) – сукупність даних, сформованих для впровадження в навчальний процес, зокрема в систему ДН.

Навчальні курси в системі ДН бувають кредитні, які офіційно затверджені в закладеному навчальному закладі і їх зараховують студентів у межах навчальної програми, та не кредитні – призначені для одержування додаткової або післядипломної освіти (наприклад, підвищення кваліфікації) і які не надають права на отримання певного освітньо-кваліфікаційного рівня.

Навчально-методичні матеріали для СНД – матеріали, що їх надають у формах: надруковані (на базі традиційних підручників); на аудіо- та відеокасетах; радіо- та телевізійні курси; курси а аудіо- телевізійних курсах; курси з використанням комп'ютерних технологій тощо.

Найчастіше ставлені питання (FAQ-Frequently Asked Question) – інколи розшифровують як найчастіше ставлені питання, на яке чітко доводиться відповідати.

Науково-методична підтримка те нічого процесу – це навчальні матеріали, освітні та інформаційні технології, освітні програми, методики навчання тощо.

Нормативний період навчання – період навчання денної (очної) форми, потрібен для засвоєння особою нормативної та вибіркової частини місту навчання встановлений стандартом вищої освіти.

Нормативні навчальні дисципліни (НД) - дисципліни, що їх встановлюють державним стандартом освіти. Дотримання їхніх назв та обсягів обов'язкове для навчального закладу. НР поділено на дисципліни за циклами: гуманітарного та соціально-економічного готування (ГСЕ); природничо-наукового готування (ПН); професійного та практичного готування (ПГ).

Онлайн-система – це система, в якій вводжені дані надходять в комп'ютер безпосередньо від джерела, а виводжені дані надходять туди, де їх використовують без будь-яких проміжних стадій (програмування тощо).

Опис дистанційного курсу – опис, що містить таку інформацію: назва курсу; мета курсу; тематичний план; рекомендована література; рекомендовані інтернетові ресурси.

Опорний конспект лекцій – це навчальний посібник, призначений для викладання та засвоювання навчального курсу в тандемі «лектор-студент» з неодмінним, у цьому разі, застосуванням технічних засобів (ТЗН).

Освітній продукт – див. Навчальний продукт.

Освітньо-кваліфікована характеристика (ОХК) – це основні вимоги до якостей знань особи, яка здобула певний освітній рівень та професійних якостей, знань і умінь фахівця, які потрібні для успішного виконання професійних обов'язків.

Освітньо-професійна програма готування (ОПП) – це перелік нормативних та вибіркових дисциплін із зазначенням обсягу годин, відведених для їх вивчення, форм підсумкового контролювання.

Освітня послуга – одержування і надання в розпорядження студента навчальних продуктів.

Підручник (посібник) для дистанційного навчання повинен відповідати наступним вимогам: забезпечувати достатність навчальної інформації; бути зрозумілим для будь-якого рівня підготованості; бути інтерактивним; мати практичну спрямованість; забезпечувати готування слухача до іспиту.

Порт (Port) – спеціальний пристрій, який входить до складу комп'ютера і його використовують для зв'язку із зовнішніми пристроями, наприклад, модемами.

Посилка (Hyperlink) – зв'язок між різними складниками інформації.

Початок (Home) – початкова сторінка вузла, яка містить відомості описового характеру і посилки на інші, змістовні сторінки.

Принципи побудови СДО (головні): децентралізація, комплексність системи освіти (безперервна освіта), інформаційна підтримка освітнього процесу, доступність дистанційної освіти, модульність навчально-методичного забезпечування, єдина методологічна основа, контролювання знань.

Провайдер дистанційної освіти – це навчальний заклад, який пропонує пройти навчання і одержати освіту засобом дистанційного навчання.

Протокол передавання гіпертексту (HTTP – hypertext transfer protocol) – метод, за допомогою якого передають із головного комп'ютера або сервера на засоби переглядання або до окремих користувачів.

Протокол передавання файлів (FTP – File Transfer Protocol) – протокол, що його використовують для передавання файлів між різноманітними системами.

Режим зворотного зв'язку (Feedback) – зв'язок (переважно в реальному часі) між викладачем і студентом.

Рейтингове оцінювання – базова технологія оцінювання успішності в системі ДН з урахуванням назбираних поточних оцінок в базі даних. Це назбирана сума оцінок з різними варіантами математичного опрацювання.

Робоча навчальна програма – це нормативний документ дисципліни вищого навчального закладу, який містить виклад конкретного змісту навчальної дисципліни, послідовність та організаційно-методичні форми її вивчення, обсяг часу на різні види навчальної роботи, форми і засоби поточного та підсумкового контролювання, перелік наочних і технічних засобів навчання тощо.

Розподілений характер освітнього процесу – навчання за місцем проживання або роботи.

Сайт дистанційного навчального закладу містить такі основні розділи: інформаційний; навчальних програм і курсів; реєстрування; бібліотека; технічне обслуговування.

СДН - система дистанційного навчання.

Сервер (Server) – мережевий вузол, який отримує дані і надає послуги іншим станціям. По суті, це вузловий комп'ютер, на якому зберігають всю навчально-методичну, адміністративно-господарську, фінансово-економічну інформацію дистанційного навчального закладу.

Система дистанційної освіти (СДО) – це єдиний комплекс освітніх послуг, який охоплює: мережу Інтернет, веб-сервери та інші атрибути мереж; електронну бібліотеку навчальних курсів, забезпечену експертною системою, яка дає змогу автоматично формувати навчальні курси залежно від індивідуальних запитів студента; корпоративну систему керування навчальним процесом у всіх його виявах, охоплюючи фінансові оборотні кошти; а також обов'язків атрибут – навчальний курс фундаментальної інформатики, як природничо-наукової дисципліни.

Спілкування (communication, ru: коммуникация) – процес обміну інформацією.

Сторінка (Page) – документ гіперсередовища Інтернету.

Структурно-логічна схема готування – це наукове і методичне обґрунтування процесу реалізування освітньо-професійної програми готування.

Телевізійна технологія дистанційного навчання – це технологія, що базується на використанні телевізійних лекцій з консультаціями у викладачів-консультантів.

Тест - устандартована психодіагностична система завдань, призначена для встановлювання кількісних і якісних індивідуально-психологічних властивостей. У психологічному діагностуванні – устандартований, часто обмежений у часі іспит. У системі освіти – це система сформалізованих завдань, призначених для встановлювання відповідностей освітнього (кваліфікаційного) рівня особи, яка навчається, до вимог освітньо-кваліфікаційних характеристик (ОКХ).

Тестові питання складаються із основ і альтернатив. Основа містить у собі питання або формулювання завдання, а також (у разі потреби)

інформацію для надання правильної відповіді. Решта альтернатив повинна бути неправильною, а самі альтернативи називаються дистракторами.

Технічний статок (засоби) системи ДН охоплює: комп'ютерний клас; мультимедійну техніку; аудіоглядову техніку; модемний зв'язок (електронну пошту, Інтернет); технічний статок аудиторій (проектор, пластикову дошку, відеомагнітофон, екран); видавничу техніку; організаційну та розмножувальну техніку тощо.

Технології відкритого та дистанційного навчання поділяють на дві групи: не інтерактивні (надання навчально-методичних матеріалів у надрукованому вигляді на аудіо- та оглядових носіях або CD-ROM) та інтерактивні (комп'ютерні), наприклад, відео конференції, мультимедіа, електронна пошта тощо.

Технологія навчання – сукупність методів, заходів та засобів передавання соціального і (або) професійного досвіду в процесі навчання.

Упорядковування-розпаковування – метод кодування-декодування сигналів, який дає змогу передавати (або запам'ятовувати) більший обсяг даних, ніж дає змогу носій.

Файл (File) – те саме, що набір даних.

Форми організації навчального процесу в системі ДН: самостійне навчання з користуванням інформаційними навчальними засобами без викладацької підтримки; самостійне навчання з консультуванням у викладача за допомогою засобів зв'язку без прямого контакту; самостійне навчання з викладацькою підтримкою у формі занять та консультацій у ЦДН.

Центри дистанційного навчання (ЦДН) згідно з Концепцією розвитку дистанційної освіти в Україні поділяють на: регіональні та базові; створювані на базі вищих навчальних закладів, і локальні, які створюють на базі вищих, професійно-технічних або середніх навчальних закладів, які мають доступ до телекомунікаційних мереж, сучасну комп'ютерну базу та підготований кадровий склад.

Цикл готування – сукупність складників змісту освітнього та професійного готування (змістових модулів, блоків змістових модулів), що поєднані за ознаками незалежності їх змісту до спільного освітнього або професійного напрямку.

Тематичний чат – технологія та надані нею послуги по пересилці текстових повідомлень в режимі реального часу. Цей термін використовують для описування інтерактивних конференцій. Наприклад, «кімнати для розмов».

Широкошвидкісний канал зв'язку – високошвидкісний канал зв'язку. Зазвичай, допускають швидкість передавання даних більшу ніж 1,544 Мбіт/с.

Література:

1. Андреев А.А. Дидактические основы дистанционного обучения. [Электронный ресурс] / Андреев А.А. // Режим доступа: <http://www.nbuuv.gov.ua/articles/2003/03klinko.htm>.
2. Андреев А.А. Основы Интернет-обучения: навч. посібн. / А.А. Андреев, Г.М. Троян. – М.: Моск. междунар. ин-т информатики и права. – 2003. – 68 с.;
3. Бацуровська І.В. Технології дистанційного навчання у вищій освіті [Текст]: стаття. / Бацуровська І.В., Самойленко О. М. - [Електронний ресурс] http://www.confcontact.com/20110225/pe4_samojl.htm
4. Бацуровська І. В. , Шляхи впровадження технології дистанційного навчання у фахову підготовку майбутніх інженерів в аграрних університетах. [Текст]: стаття. / Бацуровська І.В. - [Електронний ресурс] <http://conf.fizmat.tnpu.edu.ua/?p=415>
5. Закон України про освіту [Електронний ресурс] <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=1060-12>
6. Закон України про вищу освіту [Електронний ресурс] http://www.osvita.org.ua/pravo/law_05/
7. Круглов Ю.Г. Учебно-методический комплекс для системы дистанционного образования: метод. реком. преподавателям / отв. ред. Ю.Г.Круглов. – М.: РИЦ «Альфа» МГОПУ им. М.А.Шолохова, 2003. – 33 с.
8. Кухаренко В.М. Інструкція т'ютору. [Текст]: метод. рекомнд./ Кухаренко В.М., Сиротенко Н.Г., Київ: Харків: НТУ "ХП" , 2003.- 19с.
9. Кухаренко В.М. Дистанційне навчання: Умови застосування. Дистанційний курс. [Текст]: навч. посібн. 3-є вид./ Кухаренко В.М., Рибалко О.В., Сиротенко Н.Г. — Харків: НТУ «ХП», «Торсінг», 2002.— 320 с.
10. Левина Е. Г. Дистанционное обучение. Проблемы и потенциал. // УралБизнес Образование. [Электронный ресурс]/ Левина Е. Г. // Режим доступа: <http://www.ubo.ru/articles/>.

11. Лемешко И.И. Дистанционное образование: история, перспективы, проблемы / Лемешко И.И. – «Пропоганда», 2008, август, № 22, с.3-4;
12. Маслов В.И. Теория и методика организации непрерывного повышения квалификации руководителей школ: Учеб. пособие. //Маслов В.И. – К.: МНО УССР, 1990. – 259 с.
13. Олійник В.В. Дистанційна освіта за кордоном та в Україні: Стислий аналітичний огляд. [Текст]: навч. посібн. / Олійник В.В. – К.: ЦППО, 2001. – 54 с.
14. Олійник В.В. Організаційно-педагогічні основи дистанційної освіти і навчання: Організаційно-педагогічне дослідження. [Текст]: навч. посібн. / Олійник В.В. – К.: ЦППО, 2001. – 47 с.
15. Самойленко О.М. Використання інформаційних технологій у професійній діяльності/ [Текст]: метод. посібн. / Самойленко О.М. – Миколаїв, 2009. – 267с.
16. Самойленко О.М. Застосування навчального порталу в університетській освіті. . [Текст]: стаття. / Самойленко О.М. – Евпатория: 2011. - Том 1. с. 105-106.
17. Самойленко О.М. Основи практичної роботи тьютора у віртуальному навчальному середовищі. [Текст]: метод. реком. / Самойленко О.М. – Київ 2008, - 16с.
18. Самойленко О.М. Технології організації самостійної роботи майбутніх фахівців-аграріїв на основі Web-орієнтованого середовища. [Текст]: стаття. / Самойленко О.М. – Евпатория: 2010. - Том 1. с.136-138.
19. Овсянников В.И. Понятие ДО и дискуссии вокруг него. / Овсянников В.И, Густырь А.В. Материалы педагогической конференции - Московский гос. открытый педагогический университет им. Шолохова М.А. – 2000, с 6-8;
20. Овсянников, В.И. Введение в дистанционное образование / В.И. Овсянников, А.В. Густырь. – М.: РИЦ «Альфа» МГОПУ им. М.А.Шолохова, 2001. – 165 с.
21. Овсянников В.И. Введение в дистанционное образование. / Учебное пособие для системы повышения квалификации и профессиональной

- переподготовки специалистов. [Электронный ресурс]/ Овсянников В.И, Густырь А.В., // Режим доступа: <http://academy.odoport.ru/documents/akadem/bibl/russia/7.html>
22. Олійник В. В. Організаційно-педагогічні основи дистанційної освіти і навчання. // Олійник В. В. Монографія. – К.: Міленіум, 2003. – С. 390–393.
 23. Підкасистий П.І. Комп'ютерні технології в системі дистанційного навчання // Підкасистий П.І. Тищенко О.Б. Педагогіка. -2000. -№5. -С. 7-12.
 24. Самойленко О.М. Організаційно-методичне підґрунтя створення курсів підвищення кваліфікації працівників вищих навчальних закладів на дистанційній основі. // Самойленко О.М. — Науковий вісник Миколаївського державного університету. Випуск 10. Педагогічні науки. Збірник наукових праць. Т. 1. – Миколаїв: МДУ, 2005. – С. 182–186.
 25. Солдаткин В.И. Основы открытого образования // В.И. Солдаткин. – РГИОО – М.: НИИЦРАО, 2002. – Т.1, Т.2. – 676 с., 680 с.
 26. Солдаткин В.И. Преподавание в сети Интернет: Учебное пособие// В.И.Солдаткин. – М.: Высшая школа, 2003. – 792 с.
 27. Щенников, С.А. Открытое дистанционное образование // С.А. Щенников. – М.: Наука, 2002. – 527 с
 28. Information and communication technologies in distance education / Specialized training course/ Course team chairman Michael G. Moore / UNESCO Institute for information technology in education, 2002.
 29. The international centre for distance learning [electronic resource] / [access mode] <http://www-icdl.open.ac.uk>
 30. "Education via the Internet", "Internet Usage in Education", Proceedings — UNESCO. Minsk, 2000.
 31. Aston M. Education and the Internet: Some Experiences From a UK Perspectives/ Aston M. "Education via the Internet", "Internet Usage in, Education", Proceedings-UNESCO. Minsk, 2000.

32. Bateson D, Alternative Assessment, and Tables of Specification for the Third international Mathematics and Science Study // Bateson D, Nicol C., Achroeder T. 11 ICC 64, 1991.
33. Collis B. Tele-learning in a digital world: the future of distance learning. //Collis B. London, 1996.
34. Hobbs Vichi M. Christianson Scott, Virtual classrooms: educational opportunity through two-way interactive television.// Hobbs Vichi M. Lancaster, 1997.
35. Porter L. R. Creating the virtual classroom: distance learning with the Internet. // Porter L. R. New York, 1997.
36. Snyder C A. Role of libraries in distance education. Washington, 1996.

Рекомендована література.

1. Авторитетний американський щотижневик The Chronicle of Higher Education [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://chronicle.com/>
2. Алёшин А.Н. Дистанционное образование – новый инструмент современного преподавателя высшей школы [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://e-learning.onu.edu.ua/stati/distancionnoe-obrazovanie-v- onu/>
3. Артемьева Т.В. История университетского образования в России и международные традиции просвещения. Сборник программ спецкурсов / Артемьева Т.В., Микешин М.И. : Санкт-Петербургский Центр истории идей, 2005. — 282 с. [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://ideashistory.org.ru/pdfs/asyl.pdf>
4. Асоціація УРАН [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.uran.ua/~ukr/frames.htm>
5. Вебінари з іноземних мов [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://e-online.in.ua/ua/virtualnyy-klass>
6. Видеоконференції iMind [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://imind.com/>
7. Відкритий міжнародний університет розвитку людини "Україна", [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.univerua.rv.ua/>

8. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики [Текст]: навч. посібн./ В.С. Волькенштейн. – Москва: Наука, 1979. – 548 с.
9. Воронєцька Л.В. Фізика вступникам до вузів [Текст]: навч. посібн./ Л.В. Воронєцька, В.М. Васьківська, Київ: Вища школа, 1977. - 272с.
10. Видео коммунікації [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://www.webmeetings.ru/tags/video_kommunikacii/
11. Генеральна конференція ЮНЕСКО 29-а сесія. листопад 1997 року. [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://www.unesco.org/education/information/nfsunesco/doc/iscled_1997.htm,
12. Гоголь М. Розвиток інформаційних систем в Україні / М. Гоголь [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.topaz.ho.ua/Is/isu.html>
13. Грабовський Р.І. Курс фізики [Текст]: навч. посібн./ Р.І. Грабовський – Москва: Наука, 1980. - 610 с.
14. ДВНЗ "Приазовський державний технічний університет" [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.pstu.edu/index.php?id=11>
15. Електронна бібліотека підручників [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://studentam.kiev.ua/>
16. Електронне навчання. Системи керування навчанням [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://elearn.vntu.edu.ua/>
17. Європейська комісія [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://ec.europa.eu/>,
18. Ідеологія и технологія вебінарів [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://webinarism.ru>
19. Інтерактивні технології навчання [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://distancionnoeobuchenie.com/interaktivnye-texnologii-obucheniya/>
20. Ініціатива Німеччини [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.iaeste.org.ua/index.php/internatsionalizatsiya-osviti>
21. Інститут перепідготовки та підвищення кваліфікації [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.ippk.npu.edu.ua/>

22. Інтернет-портал для управлінців [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.management.com.ua/interview/int211.html>
23. Записки лондонського фрилансера [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.temza.com/2008/05/01/sandwich-course>,
24. Каталог кореспондентних курсів Університету штату Вісконсін [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.wisc.edu/> [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.lon.ac.uk/>
25. Квінслендський університет (Австралія) [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.uq.edu.au/>
26. Кісіль М.В. Використання елементів теорії конструктивізму на заняттях з професійної англійської мови у ВНЗ [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://kisilmv.if.ua/publications/Constructivism2008.htm>
27. Кислинська І.І Структура ділової гри та її конструювання, як комплексна технологія навчання / Кислинська І.І [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://liderorg.at.ua/index/struktura_dilovoji_gri_ta_jiji_konstrujuvannja_jak_kompleksna_tekhnologija_navchannja/0-941,
28. Концепція розвитку дистанційної освіти в Україні [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.osvita.org.ua/distance/pravo/00.html>,
29. Корсак К. В. Фізика: посібник для вступників до вузів. [Текст]: навч. посібн./ К. В. Корсак – Київ: Либідь, 1993. - 220 с.
30. Королівський університет Канади [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.queensu.ca/>
31. Концепція розвитку дистанційної освіти в Україні (затверджено Постановою МОН України В.Г.Кременем 20 грудня 2000р.) [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.osvita.org.ua/distance/pravo/00.html> .
32. Курси ЕШКО [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://eshko.ua/>
33. Лондонський університет [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.lon.ac.uk/>
34. Міжнародний інститут менеджмента ЛІНК [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.ou-link.ru/de/>

35. Миколаївський Національний Університет ім.В.О.Сухомлинського, Кафедра дистанційної освіти [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://kafedra.mk.ua/>.
36. Мультимедиа презентации [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.vismech.ru/text/58.xhtml>
37. Національна мережа трансферу технологій [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://nttn.org.ua/?idp=62>,
38. Національний технічний університет України «КПІ» [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://kpi.ua/portal/>
39. Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут" [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.kpi.kharkov.ua>
40. Обучение за рубежом [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.euro-education.ru/adv/usa/colleges/>.
41. Овчарук О.В. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи: Бібліотека з освітньої політики / О.В.Овчарук. – К.: "К.І.С.", 2004. –112 с. [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://www.ukraine2015.org.ua/img/library/maket_competence_ukr_ost.pdf.
42. Опис першого покоління кореспондентної ДО [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.ecde.org/>
43. Организационные иновации [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://nrc.edu.ru/razd5/57a.html>
44. Освітньо-інформаційний портал освіта в Україні і закордонном [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://shkola.lviv.ua/2009/07/27/distancijna-osvita-v-ukra%D1%97ni/>
45. Основні дидактичні концепції. [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://books.br.com.ua/25629>
46. Острів знань. [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://shkola.ostriv.in.ua/publication/code-28806b081a960>

47. Открытый Виртуальный университет
Повышения квалификации работников образования [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.prosv-ipk.ru/>
48. Офіційний сайт IP-відеосистем [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.ipvs.ru/>
49. Офіційний сайт Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.mon.gov.ua/education/higher/topic/npr>
50. Перша українська електронна бібліотека підручників [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://pidruchniki.com.ua/>
51. Православне відео [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.orthodox.co.ua/?p=50>
52. Про систему дистанційного навчання "Віртуальний Університет" [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://vu.net.ua>
53. Радянська і сучасна система освіти [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://zerna.at.ua/publ/radjanska_i_suchasna_sistema_osviti/1-1-0-19
54. Савельєв І.В. Курс загальної фізики. Т.3. [Текст]: навч. посібн./ І.В. Савельєв – Москва: Наука, 1972 - 1974. - 508 с.
55. Санкт-Петербургский [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.vtuz.ru/>
56. Система телеконференцсвязи [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://into-edu.com.ua/node/218>
57. Словник [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/87997/>
58. Словник Merriam-Webster. [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://www.merriam-webster.com/Стаття_126_Маастрихтського_установчого_договору_Європейського_союзу. [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.eurotreaties.com/maastrichtec.pdf>.

59. Стовпи і мамонти вітчизняної освіти. Рейтинг класичних ВНЗ України // Освітній портал [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.osvita.org.ua/abitur/entrance/ratings/8.html>
60. Студия профессиональных исполнителей научных и учебных работ «Капа» [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://kapa.com.ua/Kant.doc>
61. Сучасні методики викладання ESP [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://confesp.fl.kpi.ua/node/1031>
62. Таланчук П. «Дистанційне навчання для багатьох людей України – шлях до порятунку» [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://ukrtribune.org.ua/2010/12/petro-talanchuk-distancijne-navchannya/>
63. Телеканал Центра сетевого вещания РГГУ [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://yatv.ru/rggu>,
64. Телекоммуникации [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.oooask.com/telekomunikacii.html>
65. Телеурок [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://teleurok.narod2.ru/>
66. Теплицький О.І., Теоретичні засади конструктивістського підходу до процесу навчання [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://conf.fizmat.tnpu.edu.ua/?p=542>
67. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.tntu.edu.ua/?l=uk&p=structure/centres>
68. Технология обучения [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.ou-link.ru/de/>
69. Університет Вісконсін (США) [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.wisc.edu/>;
70. Університет Ілінойса [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://illinois.edu/>

71. Український інститут інформаційних технологій в освіті
Національний Технічний Університет України «КПІ» [Електронний ресурс]
// Режим доступу: <http://udec.ntu-kpi.kiev.ua/udec.nsf/>
72. Український культурний портал сито [Електронний ресурс] // Режим
доступу: <http://www.syto.com.ua/uk/videoteka.html>
73. Українська мережа навчальної інформації та освітніх послуг "СвітОс віт"
[Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.svitosvit.ua/>
74. Університет Святого Андрія [Електронний ресурс] // Режим доступу:
<http://www.standrews.ac.uk/>
75. Університет Чикаго (США) [Електронний ресурс] // Режим доступу:
<http://www.uchicago.edu/index.shtml>
76. Філософські засади моделювання системи освіти в ХХІ столітті
[Електронний ресурс] // Режим доступу: http://ualib.com.ua/br_4039.html
77. Хмельницький національний університет [Електронний ресурс] // Режим
доступу: <http://www.tup.km.ua/> Цифровые коммуникации [Електронний
ресурс] // Режим доступу: <http://www.pcg.org.ua/dcu>
78. American Center for the Study of Distance Education [Електронний ресурс] //
Режим доступу: <http://www.ed.psu.edu/acsde/>
79. American Institute of Higher Education [Електронний ресурс] // Режим
доступу: <http://www.amhighed.com/>
80. Baath 1985 Holmberg, [Електронний ресурс] // Режим доступу:
<http://www.amazon.com/phonetic-longhand-writer-Isaac-Pitman/>
81. Bates A.W. The impact of technological change on open and distance learning /
Queensland Open Learning Network, 4 - 6 December, 1996 [Електронний
ресурс] // Режим доступу: <http://bates.cstudies.ubc.ca/papers/brisbane.html>
82. Berlin, Tempelhof-Schöneberg [Електронний ресурс] // Режим доступу:
<http://www.gustav-langenscheidt.schule-berlin.net/index2.htm>
83. Bureau International des Poids et Mesures [Електронний ресурс] // Режим
доступу: <http://www.bipm.org/>

84. Charies A. Wedemeyer / Learning Through Technology [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://eric.ed.gov/PDFS/ED317155.pdf>
85. CHEA Award Presentation [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.chea.org/>
86. China Central Radio and TV University [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.edu.cn/20010101/21803.shtml>
87. Distance-learning.com/ [Электронный ресурс] // Режим доступа: www.distance-learning.com
88. European Open University [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.europeanopenuniversity.com/>
89. FernUni Aktuell [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.fernuni-hagen.de/>
90. FernUniversität in Hagen [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.fernuni-hagen.de/>
91. Garrison R. Theoretical Challenges for Distance Education in the 21st Century: A Shift from Structural to Transactional Issues // Garrison R. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/download/2/22>
92. Gifted Education: The English Model [Электронный ресурс] // Режим доступа: [http://www.nagcbrtain.org.uk/file_upload/GT%20English%20Model-deborah-eyre%20\(2\).pdf](http://www.nagcbrtain.org.uk/file_upload/GT%20English%20Model-deborah-eyre%20(2).pdf)
93. Giossos Yiannis, Reconsidering Moore's Transactional Distance Theory [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.eurodl.org/?article=374>
94. Hermods [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://hermods.se/>
95. Judith V. Boettcher Designing for learning [Электронный ресурс] // Режим доступа: 1997 <http://www.designingforlearning.info/jvb/index.html>; Gladieux & Swail
96. Mobile Learning Future Presentation [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.adlnet.org/>

97. ODL in a Changing World at 24th ICDE World Conference [Электронный ресурс] // <http://www.icde.org>
98. Perceptions of 'Distance' in Education [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://users.otenet.gr/~kar1125/distance.html>
99. Peters Otto, Zentrales Institut für Fernstudienforschung [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.fernuni-hagen.de/ZIFF/petersbi.htm>
100. Pgina de Tony Bates (miembro del Consejo Asesor Internacional) [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.uned.es/catedraunescoead/cai/bates.htm>
101. Prof. Dr. Dr. h.c.(mult.) Börje Holmberg [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.eden-online.org/contents/conferences/research/barcelona/Holmberg.pdf>
102. Skerry's College [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.cam.ac.uk/colleges/>
103. Skerry's College Claremont Road and Elison Place, Newcastle upon Tyne [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://www.friendsreunited.co.uk/School.page/Skerry's_College/481/Details
104. Schiller International University [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.schillerparis.com/>
105. The journal American of distance education [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.ajde.com/>
106. The Collegian. California State University, Fresno Monday, September 5, 2011 [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://collegian.csufresno.edu/2010/03/17/anyone-anytime-anywhere/>
107. The Evolution of the Character and Practice of Distance Education Börje Holmberg in: Open Learning, June 1995, pg. 47-53. [Электронный ресурс] // Режим доступа: 1995 <http://www.c3l.uni-oldenburg.de/cde/found/holmbg95.htm>
108. The Open University [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.open.ac.uk/>,

109. The Open University of Japan [Электронный ресурс] // Режим доступа:
<http://www.ouj.ac.jp/eng/>
110. Unisa [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.unisa.ac.za/>
111. Unioldenburg.de [Электронный ресурс] // Режим доступа:
[http://www.c31.unioldenburg.de/cde/found moore95.htm](http://www.c31.unioldenburg.de/cde/found%20moore95.htm)
112. Universiti of Capu Town [Электронный ресурс] // Режим доступа:
<http://www.uct.ac.za/>
113. Universiti of Chicago [Электронный ресурс] // Режим доступа:
<http://www.uchicago.edu/>
114. University of Houston. [Электронный ресурс] // Режим доступа:
<http://www.uh.edu/spiffs/on-campus.php>
115. Universiti of Oxford [Электронный ресурс] // Режим доступа:
<http://www.ox.ac.uk/>
116. University and Philadelphia [Электронный ресурс] // Режим доступа:
<http://www.upenn.edu/>
117. University of South Australia [Электронный ресурс] // Режим доступа:
<http://www.unisa.edu.au/>
118. Universiti of Wisconsin [Электронный ресурс] // Режим доступа:
<http://www.wisc.edu/>
119. Watson S.S. Educational Policy Institute 1999
<http://www.educationalpolicy.org/pdf/swailecv.pdf>).
120. Western Governors University [Электронный ресурс] // Режим доступа:
<http://www.wgu.edu>

Показчик

- аудіо конференція **80**
- аудіороліки**79**
- використання технологій
дистанційного навчання**82**
- відеоконференцзв'язок**80**
- відеоконференція**80**
- відеороліки **79**
- два важливих аспекти
дистанційних технологій освіти**74**
- електронна пошта **82**
- ієрархія форуму**81**
- кейс-технологія **70**
- класифікація технологій
дистанційного навчання**70**
- комп'ютерні технології**70**
- комунікації**70**
- самостійне вивчення
навчального матеріалу**73**
- сучасне інформ. суспільство**70**
- чат-конференція **79**
- TV-технологія**71**
- віртуальне середовище**70**
- два важливих аспекти
дистанційних технологій освіти**77**
- дистанційне навчання **69**
- дистанційне навчання майбутніх
інженерів**75**
- економічне забезпечення**77**
- етапи змішаного навчання**77**
- загальне користування**74**
- змішане навчання**77**
- Інтернет-технологія**70**
- Інформаційні технології
дистанційного навчання**78**
- інформаційно-телекомунікаційне
забезпечення**77**
- кадрове забезпечення**77**
- кейсові технології**70**
- матеріально-технічне
забезпечення**77**
- навчально-методичне
забезпечення**77**
- організаційне забезпечення**77**
- основні компоненти дистанційного
навчання**71**
- педагогічні технології
дистанційного навчання**78**
- студент – викладач**74**
- фінансове забезпечення**77**
- формування нормативно-
правового забезпечення**77**
- функції віртуально навчального
середовища**71**

Лабораторна робота «Визначення прискорення вільного падіння за допомогою математичного маятника»

Мета роботи:

1. Виміряти прискорення вільного падіння по періоду коливання математичного маятника;
2. Визначити закони гармонічного коливального руху.

Прилади та обладнання:

1. Важка кулька, яка підвішена на легкій нитці, що не розтягується;
2. Секундомір.

Рух тіла під дією тільки однієї сили тяжіння називається вільним падінням, а прискорення, якого набуває при цьому тіло - *прискоренням вільного падіння g* .

У даній роботі прискорення вільного падіння визначається за допомогою математичного маятника.

Математичним маятником називається матеріальна точка, яка підвішена на тонкій невагомій нитці, що не розтягується. Ця матеріальна точка здійснює коливання у вертикальній площині, під дією сили тяжіння.

На практиці математичним маятником можна вважати важке тіло, яке підвішене на легкій недеформованій нитці, довжина якої на багато більше за розміри тіла. Сила F при малих кутах відхилення дорівнює:

$$F = mg \cdot \sin \alpha \approx mg\alpha \quad (1)$$

Таким чином, повертаюча сила F пропорційна куту відхилення маятника від положення рівноваги, отже, пропорційна зміщенню маятника від цього положення. Така сила викликає гармонічний коливальний рух. Період

математичного маятника визначається за формулою:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

(2)

Розв'язуючи (2) відносно g , одержимо:

$$g = 4\pi^2 \frac{L}{T^2} \quad (3)$$

звідки випливає, що визначення прискорення вільного падіння зводиться до вимірювання довжини маятника та періоду його коливань. Період коливань математичного маятника T залежить від довжини маятника L і прискорення вільного падіння.

Порядок виконання роботи

1. Підрахувати довжину маятника L , вимірюючи для цього відстань від точки підвісу до центру ваги підвішеної кулі.

$$L = l_0 + l_1 + \frac{d}{2},$$

де l_0 - відстань від точки прикріплення на кронштейні до місця прикріплення нитки на кульці; l_1 - відстань від місця кріплення нитки на кульці до поверхні кулі; d - діаметр кульки.

Відводячи маятник від положення рівноваги на малий кут (5° - 10°), визначити проміжок часу, за який здійснюється N повних коливань (кількість коливань задається викладачем). Обробити результати вимірювань L і t .

2. Розрахувати значення величини T за формулою:

$$T = \frac{t}{N}$$

3. Знайти значення величини g за формулою (3).

4. Знайти $g_{сер.}$, а також розрахувати відносну та абсолютну похибки вимірювань і записати кінцевий результат у вигляді:

$$g = (g_{сер.} \pm \Delta g_{сер.}) \left[\frac{м}{с^2} \right]$$

5. Оформити звіт і результати занести у таблицю:

№	L(м)	N	t	T(с)	$g \left[\frac{м}{с^2} \right]$	$g_{сер.} \left[\frac{м}{с^2} \right]$	$\Delta g \left[\frac{м}{с^2} \right]$	$\Delta g \left[\frac{м}{с^2} \right]$

Лабораторна робота «Визначення модуля Юнга при згині стержня»

Мета роботи. Визначити модуль пружності (модуль Юнга) для сталі при згині стержня.

Прилади та обладнання. Установка для визначення модуля Юнга по стрілі прогину, набір тягарців, індикатор, штангенциркуль.

Модуль пружності можна визначити по згині сталевого стержня. Якщо стержень прямокутного перерізу покласти горизонтально на ребра двох опорних призм і навантажити його посередині, то стержень прогнеться, причому його середня точка буде мати найбільше зміщення f , яке характеризує деформацію згину і називається стрілою прогину. Згин стержня викликає деформацію розтягу в нижньому шарі стержня. В зв'язку з тим, що розтяг і стиснення характеризується модулем Юнга, згин також залежить від цієї величини. Теорія дає наступну формулу для стріли прогину стержня з прямокутним поперечним перерізом.

$$f = \frac{Fl^3}{Ebh^3}, \quad (1)$$

де F – сила, що прикладена до середини стержня;

l – відстань між опорними призмами;

b – ширина, поперечною перерізу стержня;

h – висота поперечного перерізу стержня;

E – модуль Юнга;

З формули (1) визначимо модуль Юнга E :

$$E = \frac{Fl^3}{fbh^3} \quad (2)$$

Перевага цього метода визначення модуля Юнга перед

попереднім (див. роботу №5) полягає в тому, що порівняно малі вантажі викликають помітний прогин, завдяки чому величина деформації визначається з достатньою точністю.

Опис дослідної установки

Установка складається з двох призматичних опор, що закріплені на металевій станині. На них встановлено досліджуваний стержень з прямокутним поперечним перерізом, довжина якого 1м. Посередині стержня підвішується скоба, що має призму з гострим опорним ребром і пристосуванням для загрузки набором тягарців. Штифт індикатора торкається досліджуваного стержня в точці під опорним ребром призми.

Порядок виконання роботи

1. Виміряти штангенциркулем ширину b і висоту h стержня.
2. Поворотом зовнішнього кільця з насічкою на боковій поверхні установи-ти шкалу індикатора в нульове положення.
3. Чашку підвісу послідовно навантажувати плоскими тягарцями вагою 5Н кожний, до 25Н, а потім розвантажувати. Для кожного навантаження по шкалі індикатора визначити два положення стріли прогину f (при навантаженні і розвантаженні). Визначити середню величину прогину $f_{сер}$ при навантаженні і розвантаженні за формулою:

$$f_{сер} = \frac{f_{нав} + f_{розв}}{2}$$

4. Побудувати графік залежності F від f при навантаженні і розвантаженні (вони практично зливаються в одну пряму лінію, що проходить через початок координат, оскільки при вказаних

навантаженнях, деформація згину є пружною).

5. Обчислити значення модуля Юнга за формулою:

$$E = \frac{F}{f_{сер}} \frac{l^3}{bh^3}$$

6 Оформити звіт, результати занести у таблицю :

7. Обчислити абсолютну та відносну похибки, кінцевий результат записати у вигляді:

$$E = (E_{сер} \pm \Delta E_{сер}) \text{ Н/м}^2$$

№ п.п	F, Н	$f_{нав}$, м	$f_{розв}$, м	$f_{сер}$, м	E, Н/м ²	E _{сер} , Н/м ²	ΔE, Н/м ²	ΔE _{сер} , Н/м ²	l, м	b, м	h, м
1											
2											
3											
4											
5											

Лабораторна робота «Визначення модуля пружності (модуль Юнга) при розтязі дроту»

Мета роботи. Ознайомитись з основними положеннями теорії та експериментально визначити модуль Юнга при розтязі дроту.

Прилади та обладнання. Установка для визначення модуля Юнга при розтязі дроту, мікрометр, набір тягарців, індикатор.

Зміну в розміщенні частинок твердого тіла під дією зовнішніх сил називають деформацією. Зміну довжини Δl при односторонньому розтязі називають абсолютною деформацією, а відношення $\frac{\Delta l}{l}$ відносною деформацією, де l початкова довжина.

Деформація викликає виникнення в деформованому тілі пружної сили $F_{пр}$:

$$F_{пр} = -k\Delta l, \quad (1)$$

де k -коефіцієнт жорсткості, який залежить від матеріалу і форми тіла. Формула (1), що виражає закон Гука, дійсна для пружних деформацій. Сила F , яка діє на площу поперечного перерізу тіла – S , створює нормальну напругу

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad (2)$$

Відповідно до закону Гука

$$\sigma = E \frac{\Delta l}{l}, \quad (3)$$

де E -модуль Юнга, постійний для даної речовини коефіцієнт, який характеризує її пружні властивості.

З формули (3) випливає, що модуль Юнга чисельно дорівнює напрузі, при якій відносна деформація дорівнює одиниці (тобто $\Delta l=l$), Модуль Юнга при розтязі дроту можна визначити за формулою:

$$E = \frac{4lF}{\pi d^2 \Delta l_{сер}} \quad (4)$$

Опис дослідної установки

Установка для визначення модуля пружності складається з закріпленого на стіні кронштейна, до якого прикріплений сталевий дріт. Дріт знаходиться в натягнутому стані під дією закріпленої на нижньому кінці дроту площадки, на яку кладуть набір тягарців, вага яких відома. Для виключення впливу нерівностей дроту на площадку встановлюється постійний вантаж, який утримує дріт в натягнутому стані.

Порядок виконання роботи

1. Довжину дроту l виміряти лінійкою.
2. Мікрометром заміряти у 3-х різних точках діаметр дроту приймаючи середнє значення.
3. Поворотом зовнішнього кільця з насічкою на боковій поверхні встановити шкалу індикатора в нульове положення.
4. Покласти на площадку тягарці кожний з яких 5Н і визначити величину деформації Δl за допомогою індикатора. Навантаження довести до 25Н, а потім в зворотному порядку проводити розвантаження, кожен раз знімаючи тягарці і визначаючи величину деформації індикатора. Визначити середню величину видовження Δl при навантаженні і розвантаженні за формулою:

$$\Delta l_{сер} = \frac{\Delta l_{нав} + \Delta l_{розв}}{2}$$

5. Обчислити значення модуля Юнга за формулою (4), використовуючи середні значення Δl .

6. Отримані данні занести у таблицю:

№ пп	F,Н	$\Delta l_{нав.}$ м	$\Delta l_{розв.}$ м	$\Delta l_{ср.}$ м	L,м	d, м	E, Н/м ²	E _{ср} Н/м ²	$\Delta E,$ Н/м ²	$\Delta E_{ср.}$ Н/м ²
1.										
2.										
3.										
4.										
5.										

7. Обчислити абсолютну та відносну похибки, кінцевий результат записати у вигляді

$$E=(E_{ср} \pm \Delta E_{ср}) \dots \dots \dots Н/м^2$$

Лабораторна робота «Визначення моменту інерції маятника Обербека»

Мета роботи: Використовуючи основний закон динаміки обертового руху, визначити момент інерції хрестоподібного маятника Обербека

Прилади та обладнання: хрестоподібний маятник Обербека, секундомір, штангенциркуль.

Опис приладу:

Хрестоподібний маятник Обербека являє собою шків, до якого прикріплені чотири спиці з тягарцями масою m_1 , кожний. Ці тягарці за допомогою гвинтів можуть бути закріплені на спицях на будь-якій відстані від осі обертання або ж зняті. На шків намотується нитка, до кінця якої прикріплюється тягар масою m . Під дією тягара нитка, розмотуючись, приводить систему до рівноприскореного обертання.

На тягар діють дві сили: сила тяжіння $\vec{P} = m\vec{g}$ (де g – прискорення вільного падіння) і сила натягу нитки T . Їх рівнодіюча $|P-T|$ визначається за другим законом Ньютона: $P-T = ma$, звідки

$$T = P - mg = m(g - a) \quad (1)$$

де a – лінійне прискорення тягара m , нитки і точок на поверхні шківа. Якщо h - шлях, який проходить тягар m за час t , то

$$a = \frac{2h}{t^2} \quad (2)$$

Кутове прискорення ε зв'язане з лінійним a співвідношенням:

$$\varepsilon = \frac{\dot{a}}{R} \quad \text{або} \quad \varepsilon = \frac{2\dot{a}}{d} \quad (3)$$

де R – радіус шківа, d – його діаметр.

Обертання маятника спричиняється моментом M сили натягу нитки T :

$$M = TR = m(g - a)R \quad (4)$$

За основним законом динаміки обертового руху визначаємо момент інерції I хрестоподібного маятника :

$$I = \frac{M}{\varepsilon} = \frac{m(g - a)R}{\varepsilon} = \frac{m(g - a)d}{2\varepsilon} \quad (5)$$

Отже,

$$I = \frac{m(g - a)d}{2\varepsilon} \quad (6)$$

За формулами (2), (3) і (5) у роботі визначають лінійне та кутове прискорення (a і ε), а також моменти інерції (I) хрестоподібного маятника з тягарцем. Момент інерції I_0 чотирьох тягарців на спицях визначають за формулою:

$$I_0 = 4m_1r^2 \quad (7)$$

В останньому випадку тягарці m_1 приймають за матеріальні точки, що знаходяться на відстані r від осі обертання.

Порядок виконання роботи

1. Записати задані значення мас m і $4m_1$.
2. Штангенциркулем виміряти діаметр шківів d .
3. Відмітивши початкове положення тягарця m і надаючи йому можливість падати уздовж шкали, визначають t - час падіння тягарця на шляху h . Вимірювання провести тричі.
4. Визначити лінійне a , і кутове ε прискорення за формулами (2) і (3), підставляючи в них значення прямих вимірювань.
5. Розрахувати момент інерції I хрестоподібного маятника за формулою (6).
6. Визначити момент інерції тягарців I_0 за формулою (7).
7. Обчислити абсолютну та відносну похибки для моменту інерції I .
8. Оформити звіт, занести дані в таблицю:

№ п. п.	Табличні і задані данні			Результати прямих вимірювань			
	$g, \text{ м/с}^2$	$m, \text{ кг}$	$4m_1, \text{ кг}$	$h, \text{ м}$	$t, \text{ с}$	$d, \text{ м}$	$r, \text{ м}$

№ п/п.	Результатиу непрямих вимірювань						
	$a, \text{ м/с}^2$	$\varepsilon, \text{ рад/с}^2$	$I_0, \text{ кг м}^2$	$I, \text{ кг} \cdot \text{м}^2$	$I_{\text{сер}}, \text{ кг} \cdot \text{м}^2$	$\Delta I, \text{ кг} \cdot \text{м}^2$	$\Delta I_{\text{сер}}, \text{ кг} \cdot \text{м}^2$

9.Обчислити абсолютну та відносну похибки, кінцевий результат записати у вигляді:

$$I = (I_{\text{сер}} \pm \Delta I_{\text{сер}}) \dots \text{ кг м}^2$$

Лабораторна робота «Визначення питомої ваги та густини твердого тіла»

Прилади та обладнання

1. Ареометр з постійним об'ємом.
2. Посудина з водою.
3. Експериментальні тіла.
4. Технічні терези з рівновагами

Опис приладу

Ареометр з постійним об'ємом являє собою циліндр, що має плавучість у воді. До ареометра прикріплені чашки (верхня і нижня), в яких розміщують досліджуване тіло і рівноваги. На ареометрі нанесена риска m , до якої ареометр потрібно занурювати у воду. При виконанні цієї умови об'єм зануреної у воду частини приладу залишається постійним. Звідки і назва приладу „ареометр з постійним об'ємом”.

Для того, щоб визначити, чи занурений ареометр у воду до риски, необхідно дивитись точно у площині рівня води у посудині. Рівень води повинен співпадати з рискою.

При кожному зануренні ареометра у воду до риски, його обов'язково потрібно звільнити від бульбашок повітря (струсити ареометр), тому що наявність навіть маленьких бульбашок може вплинути на результати вимірювання.

Порядок виконання роботи

Питома вага тіла визначається за формулою

$$\gamma = \frac{P}{V}, \quad (1)$$

де P – вага даного тіла, V – об'єм води витісненої тілом.

1) визначення ваги;

Зануривши ареометр у воду і звільнивши його від бульбашок, навантажити верхню чашку ареометра рівновагами до того часу, доки ареометр не зануриться у воду до риски. Нехай вага необхідних для цього рівноваг дорівнює P_1 .

Потім покласти на верхню чашку ареометра досліджуване тіло і знімати частину рівноваг доти, поки ареометр знову не зануриться до тієї ж риски. Якщо вага рівноваг, що залишилися в чашці, дорівнює P_2 , то вага досліджуваного тіла у повітрі

$$P = P_1 - P_2 \quad (2)$$

2) визначення об'єму;

Після визначення ваги тіла в повітрі, досліджуване тіло перекласти з верхньої чашки ареометра на нижню. Якщо воно плаває, то його прив'язують. Для того, щоб утримати ареометр, зануреним до риски, на верхню чашку додати рівноваги. Якщо вага рівноваг на верхній чашці буде дорівнювати P_3 , то вага води $P_в$, що витіснило досліджуване тіло, дорівнюватиме :

$$P = P_1 - P_2 \quad (3)$$

Об'єм V тіла дорівнює об'єму води, витісненої тілом при його зануренні у воду, а об'єм води $V_в$ дорівнює вазі води $P_в$ поділеній на питому вагу води $\gamma_в$, при температурі дослідження (тому що питома вага води залежить від температури):

$$V = V_в = \frac{P_в}{\gamma_в} \quad (4)$$

Підставляючи замість P_2 його значення з (3), отримаємо:

$$V = \frac{P_3 - P_2}{\gamma_в}$$

3) визначення питомої ваги тіл;

Виходячи з формул (1,2,4) отримуємо:

$$\gamma_T = \frac{P_1 - P_2}{P_3 - P_2} \gamma_6 \quad (5)$$

4) визначення густини тіл за формулою;

$$\rho = \frac{\gamma_T}{g} \quad (6)$$

Великий вплив на результати вимірювання можуть створювати капілярні сили, що діють на ареометр. Тому при проведенні вимірювань необхідно слідкувати за тим, щоб поверхня води в посудині та ареометр були весь час чисті. Дослід необхідно зробити не менше ніж з двома досліджуваними тілами. Величину γ_a знаходять по таблиці, з урахуванням температури води.

Можна вважати, що температура води дорівнює температурі повітря, якщо вода довгий час знаходилась в лабораторії.

<i>I досліджуване тіло</i>					
$P_1,$ Н	$P_2,$ Н	$P_3,$ Н	$V,$ м ³	$\frac{\gamma_T}{g},$ Н/м ³	$\rho,$ кг/м ³

5). оформити звіт, результати занести у таблицю

Лабораторна робота «Вивчення коефіцієнта в'язкості рідини методом Стокса»

Мета роботи:

1. Вивчити механізм явища переносу – внутрішнє тертя.
2. Визначити коефіцієнт внутрішнього тертя рідин за швидкістю падіння кульки.

Прилади та матеріали: Скляний циліндр, наповнений рідиною; металеві кульки; мікрометр; секундомір.

Метод вимірювання:

За законом Ньютона сила внутрішнього тертя F , що діє в площині дотикання двох паралельних суміжних шарів рідини (або газу), пропорційна площі їх

дотикання S та градієнтові швидкості: $\frac{\Delta V}{\Delta Z}$

$$F = \pm \eta \frac{\Delta V}{\Delta Z} S, \quad (1)$$

де $\Delta V = V_2 - V_1$, V_1 і V_2 — швидкості шарів; ΔZ - відстань між шарами; знаки \pm у формулі (1) відповідає гальмуючій і прискорюючій силам.

Коефіцієнт пропорційності η називається коефіцієнтом внутрішнього тертя, яка діє на одиницю площі дотикання шарів при градієнтові швидкості, що дорівнює одиниці.

Завдяки в'язкості тіло, що рухається в рідині захоплює прилеглі до нього шари і тому зазнає опору з боку рідини. За законом Стокса при невеликій швидкості руху тіла сила опору F пропорційна коефіцієнту в'язкості η , швидкості тіла V , та його лінійним розмірам для кульки радіусу r ,

$$F = 6\pi \cdot \eta \cdot V \cdot r. \quad (2)$$

На кульку масою m і радіусом r , що рухається в рідині зі швидкістю V , діють три сили: сила опору F , сила тяжіння F_T та Архімедова сила F_A . Останні дві сили визначаються за формулами:

$$F_D = mg = \frac{4}{3}\pi\rho_1 g, \quad (3)$$

$$F_A = \frac{4}{3}\pi\rho_2 g, \quad (4)$$

де g – прискорення вільного падіння, ρ – густина кульки.

При вертикальному падінні кульки в рідині сила опору, як і Архімедова сила, направлена в гору. Оскільки F_T та F_A сталі, а сила F зростає зі збільшенням швидкості, то настане такий момент, коли буде досягнуто рівності:

$$F_T = F_A + F.$$

Починаючи з цього моменту, рух кульки буде рівномірним. Підставляючи в останню рівність вирази (2) – (4) маємо:

$$\frac{4}{3}\pi r \rho_1 g = \frac{4}{3}\pi r \rho_2 g + 6\pi\eta r V$$

Звідси знаходимо:

$$\eta = \frac{2}{9} g \frac{\rho_1 - \rho_2}{V}$$

Або:

$$\eta = \frac{1}{18} g \cdot \frac{d^2 t}{l} (\rho_1 - \rho_2), \quad (5)$$

де $d=2r$, а $l=Vt$ – шлях, який пройшла кулька за час t

$$\rho_1 = 11,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3, \quad \rho_2 = 1,26 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

Порядок виконання роботи

1. Виміряти відстань l між мітками „а" та „в" циліндричної посудини, що наповнена рідиною (гліцерин, касторове масло).
2. Мікрометром виміряти діаметр d трьох кульок (приблизно однакових).
3. Кидати кульку в рідину таким чином, щоб вона рухалась вздовж центральної частини циліндра; зафіксувати час падіння кульки t між мітками

„а" та „б".

4. Результати прямих вимірювань d , l , t та табличні дані ρ_1, ρ_2, g занести у таблицю.

5. Обчислити значення η за формулою (5) для кожного вимірювання, а потім знайти $\eta_{сер}$, $\Delta\eta$, $\Delta\eta_{сер}$.

Кінцевий результат подати у вигляді:

$$\eta = (\eta_{сер} \pm \Delta\eta_{сер}) [\text{Па} \cdot \text{с}]$$

№п/п	Табличні дані			Результати прямих вимірювань			Результати непрямих вимірювань			
	$\rho_1, [\text{кг}/\text{м}^3]$	$\rho_2, [\text{кг}/\text{м}^3]$	$g, [\text{м}/\text{с}^2]$	$l, \text{м}$	$d, \text{м}$	$t, \text{с}$	$\eta, \text{Па} \cdot \text{с}$	$\eta_{сер}, \text{Па} \cdot \text{с}$	$\Delta\eta, \text{Па} \cdot \text{с}$	$\Delta\eta_{сер}, \text{Па} \cdot \text{с}$

Лабораторна робота «Визначення коефіцієнта поверхневого натягу методом відриву краплі»

Мета роботи :

1. Вивчити явище поверхневого натягу;
2. Визначити коефіцієнт поверхневого натягу рідині.

Прилади та обладнання :

1. Скляна бюретка з краном.
2. Колбочка.
3. Технічні терези з різновагами .
4. Мікрометр.

Метод вимірювання.

При відриві краплі, що витікає з трубки, на неї діють сили: вага краплі P і рівнодіюча всіх сил поверхневого натягу F , що прикладена до лінії розриву.

Якщо сила поверхневого натягу більша ваги краплі, крапля не відірветься. При збільшенні розмірів краплі її вага збільшується і тоді коли вага краплі стає рівною результуючій сил поверхневого натягу, тобто при $P=F$, крапля відірветься. Таким чином, для визначення сили поверхневого натягу досить визначити вагу краплі, що відірвалася. Для цього визначають масу великої кількості крапель і обчислюють масу однієї краплі за формулою:

$$m = \frac{M}{n},$$

де m - маса краплі, M - маса n крапель, n - число крапель.

Вага однієї краплі $P = mg$ дорівнює силі поверхневого натягу F , яка визначається за формулою:

$$F = \sigma \cdot l,$$

де σ – коефіцієнт поверхневого натягу,

$$l = \pi \cdot d - \text{периметр шийки краплі в момент її відриву.}$$

:

$$\sigma = \frac{F}{l} = \frac{mg}{\pi d},$$

Коефіцієнт поверхневого натягу визначається за данною формулою, де d – діаметр краплі в момент відриву

Опис обладнання

Скляна бюретка з краном заповнена рідиною, закріплена на штативі, кран слугує для зміни швидкості витікання рідини. В нижній частині посудини знаходиться капіляр через який витікає досліджувана рідина.

Хід роботи

1. На технічних терезах з точністю до 1,0 мЛг зважити порожню колбочку для визначення маси M_0
2. Підставити під капілярну трубку порожню колбочку і при відкритому крані наливають воду в воронку. Промити обладнання, слідкуючи за тим, щоб в трубці не утворювалися бульбашки повітря.
3. Закрити кран скляної бюретки заповненої водою. Користуючись краном змінити швидкість витікання води, намагаючись, щоб за хвилину відривалось не більше 8 – 10 крапель. Коли режим витікання буде встановлено, підставити колбочку, вага якої M_0 , і відрахувати кількість крапель задану викладачем.
4. Визначити масу M колбочки з краплями води.
5. Визначити з допомогою мікрометра діаметр капілярної трубки d .
6. Дослід повторити 3 рази.
7. Результати вимірювань занести в таблицю:

№ <i>n/n</i>	<i>n</i> , шт	M_0 , кг	M_1 , кг	$M=M_1-M_0$, кг	d , м	σ , Н/м	$\sigma_{ср}$, Н/м	$\Delta\sigma$, Н/м	$\Delta\sigma_{ср}$, Н/м
1									
2									

8. Обчислити коефіцієнт поверхневого натягу за формулою:

$$\sigma = \frac{M \cdot g}{n \cdot \pi \cdot d}$$

9. Обчислити абсолютну та відносну похибки, кінцевий результат записати у

вигляді: $\sigma = (\sigma_{сер} \pm \Delta\sigma_{сер}) H / M$

Лабораторна робота «Визначення вологості атмосферного повітря»

Мета роботи: Визначити абсолютну і відносну вологість повітря психрометром Августа.

Обладнання: 1 .Психрометр Августа, колба з дистильованою водою, таблиця тиску насиченої водяної пари при різних температурах.

Будова та принцип дії приладу

Психрометр Августа, що використовується в даній роботі, складається з однакових двох ртутних термометрів, закріплених в спеціальній оправі. Резервуар кожного термометра захищено двома трубками з повітряним проміжком між ними. Цей захист разом з повітряним шаром захищає резервуари від нагрівання сонцем, для чого зовнішню поверхню трубок зроблено блискучими. Трубки з'єднані з головним повітропроводом, що знаходиться між термометрами і з'єднується верхнім кінцем з аспіратором. В аспіраторі є вентилятор, для обертання якого використовується механізм, пружина якого заводиться ключем. Цей механізм закритий ковпаком. Резервуар правого термометра обгорнено смужкою тканини (батист) в один шар. Перед роботою батист змочується дистильованою водою. Потім за допомогою ключа, приводиться в дію вентилятор, який втягує в прилад повітря, що обтікає резервуари обох термометрів. Це робиться для того, щоб забезпечити вимірювання вологості як найбільшого об'єму повітря. Завдяки затратам тепла на випаровування води з тканини, в яку загорнено резервуар термометра, цей термометр показує температуру t_1 , „сухого" термометра, що відповідає температурі навколишнього повітря. Чим менша відносна вологість, тим інтенсивніше випаровування і нижче показники „вологого" термометра. Таким чином, різниця температур „сухого" і „вологого" термометрів характеризує вологість повітря. Температура „вологого" термометра перестає знижуватись, коли кількість тепла Q_2 , що іде на

випаровування води з поверхні тканини за деякий час, дорівнює притоку тепла Q_1 , ззовні, за той же час, тобто $Q_2 = Q_1$,

За законом Ньютона приплив теплоти

$$Q_1 = \alpha(t_1 - t_2)ST, \quad (1)$$

де S - поверхня резервуара „вологого"термометра;

α - коефіцієнт пропорційності;

t_1 - температура „сухого" термометра;

t_2 - температура „вологого"

термометра;

Кількість тепла Q_2 пропорційна швидкості V та часу T

$$Q_2 = b \cdot V \cdot T,$$

де b - коефіцієнт пропорційності. випаровування

Згідно закону Дальтона за формулою для швидкості випаровування

$$V = \frac{kS}{H} \cdot (E - e),$$

де E - пружність насиченої пари при температурі t_2

e - пружність пари, що міститься в повітрі (парціальний тиск водяної пари);

H - атмосферний тиск; k - коефієнт пропорційності.

$$Q_2 = \frac{b \cdot k}{H} S(E - e)T. \quad (2)$$

Прирівнюючи Q_1 і Q_2 отримуємо формулу для визначення абсолютної вологості повітря:

$$e = E - A \cdot H(t_1 - t_2) \quad (3)$$

Величина A називається психрометричною сталою, і залежить від швидкості

руху повітря, що протікає навколо „вологого" резервуару термометра.

$A = \frac{a}{h \cdot k}$ постійна приладу.

Для психрометра Августа $A=0,0008$ град

Відносною вологістю повітря r , називають виражене у відсотках відношення парціального тиску e водяної пари, що міститься у повітрі при даній температурі (абсолютна вологість), до тиску E' , насиченої водяної пари при тій самій температурі:

$$r = \frac{e}{E'} \cdot 100\%, \quad (4)$$

де E' - пружність насиченої пари при температурі t_1 .

Хід роботи

1. Змочити тканину на резервуарі 2. для цього правий термометр занурити в колбочку з водою на 20 с.

2.Обережно, щоб не зірвати пружину, завести вентилятор.

3.На четвертій хвилині, після пуску вентилятора, виконати відлік температури термометром.

4.Пружині вентилятора дати повністю розкрутитися, після чого дослід повторити (змочують термометр, заводять пружину іт.п.).

5.Вимірювання t_1 і t_2 необхідно зробити не менше 3-х разів, і результати занести в таблицю:

№	t_1° С	t_2° С	$t_1 - t_2^\circ$ С	E' , Па	H , Па	E , Па	e , Па	$e_{\text{сеп}}$ Па	Δe , Па	Δe_c , Па	$r, \%$	$r_{\text{сеп}},$ %	$\Delta r,$ %	$\Delta r_{\text{сеп}},$ %
1.														
2.														
3.														

Значення E і E' беруть із таблиці в кінці роботи. (E відповідає температурі t_2 , а E' температурі навколишнього повітря). При користуванні таблицек значення E та E' перерахувати в системі СІ, тобто в Па.

760 мм рт. ст. = $1,013 \cdot 10^5$ Па. Тиск H визначають по барометру, що знаходиться в лабораторії.

6. Величину e визначити по формулі (3). Кінцевий результат для пружності водяних парів записати у вигляді:

$$e = e_{сер} \pm \Delta e_{сер}, \text{ Па}$$

7. Відносну вологість визначити по формулі (4). Кінцевий результат для пружності водяних парів записати у вигляді:

$$r = r_{сер} \pm \Delta r_{сер}, \%$$

Лабораторна робота «Визначення коефіцієнта Пуассона газу методом адіабатичного розширення»

Обладнання

Установка для визначення коефіцієнта Пуассона газу методом адіабатичного розширення c_p / c_v

Метод вимірювання і опис установки

Експериментальна установка складається з металевого сифона, який приєднаний трубками з компресором та U- подібним манометром, який наповнений рідиною. Надлишковий, в порівнянні з атмосферним, тиск у сифоні буде фіксуватись манометром при відкритому клапані, який приводиться в дію натисканням на ручку сифона.

В початковому стані рідина в трубках манометра має один рівень, а повітря в сифоні займає його об'єм V при атмосферному тиску H . За допомогою компресора нагнітають за деякий час повітря у сифон. Тиск у сифоні підвищується збільшується його температура. Натисканням на ручку сифона, фіксуємо різницю рівнів рідини у манометрі. Роз'єднавши трубку, яка підведена до компресора та натиснувши короткочасно на ручку сифона, випускаємо частину повітря, доки тиск у сифоні не зрівняється з атмосферним. Під'єднавши знову трубку до сифона фіксуємо різницю рівнів рідини у манометрі. Так як вирівнювання тиску проходить досить швидко теплообміном з навколишнім середовищем можна знехтувати і рахувати процес адіабатичним. Газ масою m , що залишився в сифоні займає об'єм сифона V при атмосферному тиску H і температурі $t_2^0 < t_1^0$.

До відкриття крану А в сифоні знаходилось більше повітря, тому повітря масою m займало об'ємі $V_1 < V_2$ при тиску $H+h$, і кімнатній температурі t_1 .

Параметри газу масою m до відкриття крану А зв'язані з параметрами газу при відкритому крані А рівнянням Пуассона

$$(H + h_1) \cdot V_1^\gamma = H \cdot V_2^\gamma \quad (1)$$

Після деякого часу температура повітря в сифоні внаслідок теплообміну знову стане рівною t_1 , а тиск з підвищенням температури зросте до $H+h_2$,

де h_2 різниця рівнів в манометрі. По закону Бойля-Марріота ($t_1 = t_2$)

$$(H + h_1) \cdot V_1 = (H + h_2) \cdot V_2 \quad (2)$$

$$(H + h_1)^\gamma \cdot V_1^\gamma = (H + h_2)^\gamma \cdot V_2^\gamma \quad (3)$$

Поділимо почленно (3) на (2)

$$\frac{(H + h_1)^\gamma V_1^\gamma}{(H + h_1) V_1^\gamma} = \frac{(H + h_2)^\gamma \cdot V_2^\gamma}{H \cdot V_2^\gamma}$$

Прологарифмуємо обидві частини одержаного рівняння

$$\gamma \ln(H + h_1) - \ln(H + h_1) V_1^\gamma = \gamma \cdot \ln(H + h_2) - \ln(H)$$

Якщо тиски H , $H + h_1$ і $H + h_2$ ненабагато відрізняються один від одного, то різниці їх логарифмів приблизно пропорційні різницям тисків

$$\gamma = \frac{(H + h_1) - H}{(H + h_1) - (H + h_2)} = \frac{h_1}{(h_1 - h_2)} \quad (4)$$

Хід роботи

1. Для подачі повітря у сифон необхідно включити компресор і через деякий час, приблизно через 20 с, відкрити клапан, натиснувши ручку сифона.
2. Зафіксувати різницю рівнів рідини в манометрі відпустивши ручку сифона і зняти покази h_1 яке відповідає цій різниці.
3. Для сполучення сифона з атмосферою необхідно роз'єднавши

трубку, яка підведена до компресора, натиснути на ручку сифона на 1-2 секунди і знову відпустити.

4. Під'єднати трубку до сифона і після встановлення рівня рідини в манометрі, зняти показники h_2 яке відповідає цій різниці.

Дослід-повторити 3 рази. Дані внести до таблиці:

N_0	h_1	h_2	γ	γ_{cp}	$\Delta\gamma$	$\Delta\gamma_{cp}$
1						
2						
3						

6. Значення γ знаходиться по формулі (4) для кожного досліду окремо.

7. Знайти похибку для кожного досліду, кінцевий результат записати у вигляді:

$$\gamma = \gamma_{cp} + \Delta\gamma_{cp}$$

Лабораторна робота «Вимірювання коефіцієнта лінійного розширення металу»

Мета роботи

Визначити опір холодного і нагрітого металевого дроту, та його видовження при нагріванні та коефіцієнт лінійного видовження.

Прилади та обладнання

Ніхромовий дріт (Ni-90%, Cr-10%), джерело постійного струму, вольтметр, амперметр, пружина, шкала для вимірювання довжини дроту.

Лабораторна установка та методика вимірювань

Схема лабораторної установки на стенді.

Ніхромовий дріт закріплено між клемми 2 і 3, причому клемма 3 з'єднана з пружиною 4. По дроту протікає постійний струм. Сила струму I вимірюється амперметром A , а напруга U – вольтметром. За законом Джоуля-Ленца в провіднику, по якому протікає струм, виділяється тепло

$$Q = I^2 R t = U I t, \quad (1)$$

де t – час проходження струму через провідник, R – опір провідника, I – сила струму, U – напруга .

Провідник нагрівається, опір металу збільшується із збільшенням температури за законом

$$R_2 = R_1 [1 + \beta \cdot (t_2 - t_1)], \quad (2)$$

де R_1 – опір провідника при кімнатній температурі t_1 °C

R_2 – опір провідника при нагріванні його до температури t_2 °C

$\beta = 4 \cdot 10^{-2} \text{ 1/C}^0$ – температурний коефіцієнт ніхромового дроту.

З співвідношення (2) можна визначити різницю температур якщо

відомі величини опорів R_1 і R_2 .

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{R_2 - R_1}{R_1 \cdot \beta} \quad (3)$$

Опір R_1 визначаємо за формулою

$$R_1 = \rho \frac{l_1}{\pi d^2 / 4}, \quad (4)$$

де $l_1=0,35\text{м}$ – довжина дроту при кімнатній температурі,

$d=0,4\text{мм}$ – його діаметр,

$\rho=10^{-6}\text{Ом}\cdot\text{м}$. – питомий опір ніхромового дроту

Опір дроту R_2 при температурі t_2 визначається за законом Ома для ділянки кола

$$R_2 = \frac{U}{I} \quad (5)$$

Видовження дроту $\Delta l = l_2 - l_1$ при нагріванні вимірюється по шкалі стенда

Виконання роботи

1. Ввімкнути джерело струму. Зачекати 2 – 3 хв. Поки дріт нагрівається до максимальної температури і настане стан теплової рівноваги. Виміряти силу струму, напругу і видовження проводу Δl . Дослід повторити 3 рази і визначити середнє значення I та U .
2. Виміряти температуру повітря t_1 в лабораторії.
3. По формулі (4) обчислити опір проводу R_1 при температурі t_1 .
4. Для значень I та U визначити опір проводу R_2 при температурі t_2 , використовуючи закон Ома (5).
5. Використовуючи співвідношення (3), обчислити різницю температур t_2-t_1 . Знайти температуру нагрітого проводу t_2 .
6. За формулою визначити коефіцієнт лінійного розширення

α для ніхромового дроту

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_1(t_2 - t_1)}$$

7. Порівняти кінцевий результат α з табличним значенням.

8. Оформити звіт, обчислення занести у таблицю:

$I,$ А	$U,$ В	$l_1,$ мм	$l_2,$ мм	$\Delta l,$ мм	$R_1,$ Ом	$R_2,$ Ом	$\Delta t,$ С ⁰	$\alpha,$ град ⁻¹

Лабораторна робота «Розширення меж вимірювання електровимірювальних приладів»

Мета: ознайомитись з принципом дії електровимірних приладів і методами розширення меж вимірювання цих приладів.

Теоретична частина

Електровимірні прилади безпосередньої оцінки засновані на використанні різних фізичних явищ, зв'язаних з проходженням електричного або утворенні електромагнітного поля. Такі фізичні явища, як, наприклад, взаємодія контурів, по яких проходить струм, з полем постійного магніту (магнітоелектричні прилади), взаємодія двох контурів з струмом (електромагнітні прилади), використовуються для перетворення вимірюваної величини в кутове або лінійне переміщення рухомої частини приладу.

Чутливістю електровимірного приладу називається відношення лінійного або кутового переміщення до вимірюваної величини, що викликає це переміщення

$$S = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta \alpha}{\Delta x} = \frac{d\alpha}{dx},$$

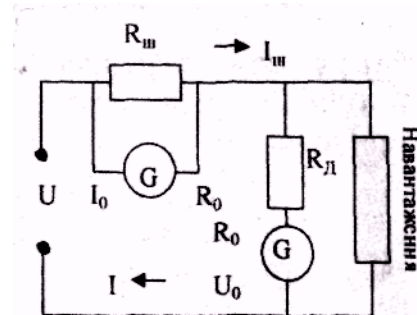
де: S – чутливість приладу, x - вимірювана величина, α - кутове або лінійне переміщення стрілки приладу.

Таке означення чутливості приладу не відноситься до інтегруючих приладів (лічильників), відлік яких не може повторюватись.

При рівномірній шкалі чутливість приладу постійна для будь-якої точки шкали. При нерівномірній шкалі чутливість приладу неоднакова, тобто, одній і тій же зміні вимірюваної величини в різних точках шкали відповідають різні лінійні або кутові переміщення стрілки. Чутливість приладу має розмірність, що залежить від характеру вимірюваної величини. Тому говорять: «чутливість до струму», чутливість до напруги».

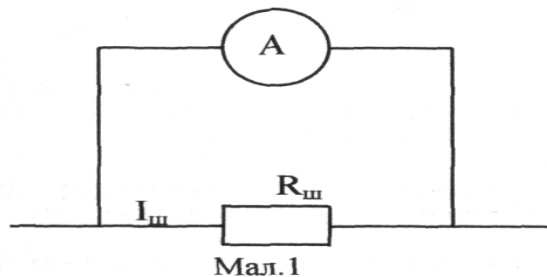
Іноді на приладах вказується величина, обернена до чутливості - це ціна однієї поділки - так шана *стала приладу*. Щоб визначити значення вимірюваної величини потрібно ціну поділки помножити на те число поділок, на яке показує стрілка приладу при вимірюванні.

Як відомо, амперметр застосовується для вимірювання струму і вмикається в коло послідовно з навантаженням, або з паралельним ввімкненням до нього шунта з опором $R_{ш}$ а вольтметр - паралельно до тих точок кола, між якими потрібно виміряти напругу, або в послідовному з'єднанні з додатковим опором $R_{д}$. На малюнку показано схематичне ввімкнення амперметра і вольтметра, де G - вимірний прилад з опором R_0 , який безпосередньо може виміряти силу струму до значення I_0 , і напругу до U_0 . Так, як величина струму, що протікає через вимірний механізм, пропорційна напрузі, прикладений до затискачів приладу, то, очевидно, що принципової різниці у внутрішній будові амперметрів і вольтметрів може й не бути, тобто, будь-яким амперметром можна вимірювати напругу, а вольтметром - струм. Питання лише в тому, які будуть межі вимірювання приладом при такому його використанні і наскільки змінюються параметри, а значить, і режим кола при ввімкненні в нього приладів, особливо якщо джерело, що живить це коло, має малу потужність. Щоб зміна режимів кола була незначною, опір амперметра повинен бути меншим, а опір вольтметра навпаки-більшим. З цієї точки зору важливим критерієм вольтметра є його внутрішній опір в Омх на 1 В шкали.



Кожний вимірний прилад базується на визначенні значення струму I_0 та напруги U_0 . Розширення меж вимірювання здійснюється або спеціальною конструкцією приладу або ввімкненням вимірного механізму через шунти у амперметрах або додаткові опори у вольтметрах.

Розширення меж вимірювання амперметра та вимірювання струму
амперметром.



Амперметр - прилад, який застосовується для вимірювання величини струму. Він вмикається у коло послідовно зі споживачем. Будь-який електровимірний прилад при ввімкненні в коло не повинен вносити помітних змін в режим роботи кола. Отже, амперметр повинен мати дуже малий внутрішній опір.

Для розширення меж вимірювання струму до приладу (І приєднується паралельно провідник опору $R_{ш}$ що називається шунтом (мал. 1).

Опір шунта $R_{ш}$ розраховується таким чином. За першим законом Кірхгофа маємо:

де: I_0 - найбільший струм, який може виміряти прилад без шунта, I найбільший струм, який буде вимірювати прилад з шунтом.

За другим законом Кірхгофа для контура $AR_0BR_{ш}A$ маємо:

$$I_0 R_0 - I_{ш} R_{ш} = 0 \quad (2)$$

Підставляючи $I_{ш}$ з формули (1) в формулу (2), одержимо:

$I_0 R_0 = (I - I_0) R_{ш}$, звідки:

$$R_{ш} = \frac{I_0 R_0}{I - I_0} \quad (3)$$

Таким чином, для визначення опору шунта потрібно знати характеристики приладу R_0 I_0 і те максимальна значення струму I , для якого розраховується шунт. Значення I_0 визначається з формули: $I_0 = K \cdot N$ (4)

де: K - ціна поділки приладу по струму, N - число поділок на шкалі приладу.

Формулу (3) можна записати в такому вигляді:

$$R_{ш} = \frac{\dot{R}_0}{n-1_0} \quad (5)$$

де:

$$n = \frac{I}{I_0} \quad (6)$$

показує у скільки разів розширюється межа вимірювання амперметра.

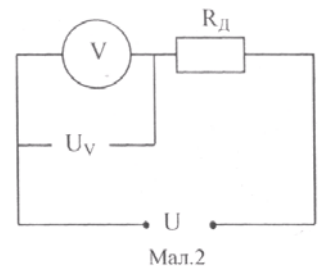
Б. Розширення меж вимірювання вольтметра та вимірювання напруги вольтметром.

Вольтметр - прилад, яким вимірюється напруга. Він вмикається в коло паралельно і тому повинен мати великий внутрішній опір.

Для розширення меж вимірювання вольтметра послідовно з ним приєднується додатковий опір R_d (мал. 2), величина якого розраховується так. Нехай опір приладу R_0 і вий розрахований для вимірювання напруги до U_0 . Необхідно розрахувати значення додаткового опору R_d , з яким прилад зможе вимірювати напругу до значення U . Очевидно, що:

$$U = U_x + U_0; \quad (7)$$

$$I_0 = \frac{U_0}{R_0} = \frac{U_d}{R_d} \quad (8)$$



Підставляючи U_d з (7) у (8), одержимо: $\frac{U_0}{R_0} = \frac{(U-U_0)}{R_d}$
звідки:

$$R_d = \frac{R_0(U-U_0)}{U_0} = R_0(n-1) \quad (9)$$

де: $n = U/U_0$ (10) показує, у скільки разів розширюється межа вимірювання вольтметра.

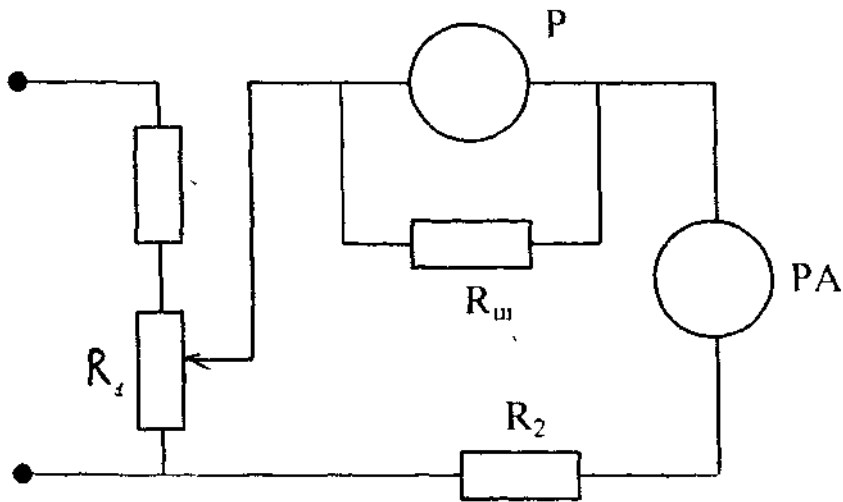
Таким чином, для визначення величини додаткового опору необхідно знати параметри (характеристики) приладу R_0 , U_0 , і те максимальне значення напруги U для якого розраховується додатковий опір. Значення U_0 для даного приладу можна визначити, знаючи ціну поділки за напругою K_0 і кількість поділок N на шкалі приладу:

$$U_0 = K_0 N \quad (11)$$

Порядок виконання роботи

Зробити схему (мал.3). Послідовно з навантаженням R_2 , увімкнути досліджуванний прилад P і зразковий PA .

Зняти залежність числа поділок шкали приладу P від сили струму приладу PA ; записати результати в таблицю. Побудувати графік залежності $n(I)$. Визначити ціну поділок і чутливість приладу .



Мал.3

Визначити коефіцієнт шунтування K і, знаючи опір шунта, визначити внутрішній опір амперметра R_A

Таблиця 1.

№	N число поділок	I mA
1		
2		
3		

2. Градування вольтметра по постійній напрузі.

Як вольтметр використовується той же прилад, що і при виконанні попереднього завдання, до якого підключається додатковий резистор

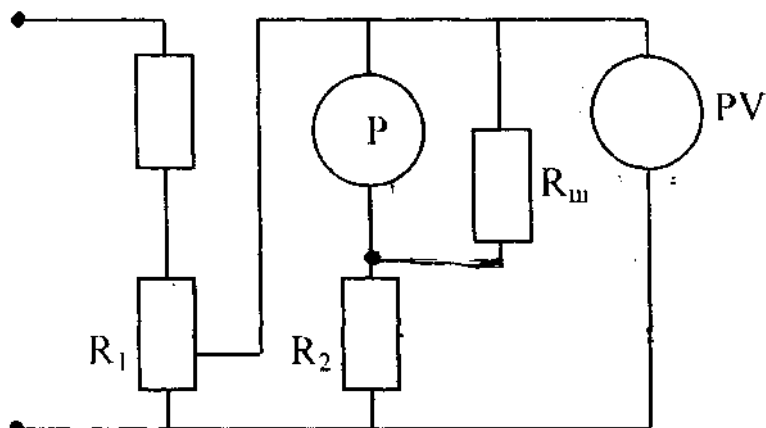
$$R_d = R_2$$

Зібрати схему (мал.4)^д.

Зняти залежність числа поділок приладу n від напруги між точками А і В.
результати записати в таблицю 2.

Побудувати градуїровочний графік $n(U)$.

Визначити ціну поділок і чутливість приладу.



Мал.4

Таблиця 2.

№	n число поділок	U mV
1		
2		
3		
Середнє		

Лабораторна робота «Визначення опору методом мостової схеми»

Мета роботи: Вивчити метод мостової схеми і визначити невідомі опори цим методом.

Прилади і принадлежності: відомий опір ($R=470 \text{ Ом}$), невідомі опори (R_{x1}, R_{x2}, R_{x3}); реохорд і гальванометр (нуль-індикатор); джерело постійної напруги.

Теоретичні відомості.

Одним з найбільших точних методів вимірювання опорів є метод моста Уїтстона. Схема моста Уїтстона зображена на малюнку. Між клемми А і В закріплено калібровий дріт –реохорд, що має рухомий контакт D; I – постійний струм від джерела постійного струму; R –відомий еталонний опір; R_x –невідомий опір; Г –гальванометр; l_1 і l_2 –плечі реохорда (довжина дроту).

Метод вимірювання опору при допомозі моста Уїтстона засновано на порівнянні невідомого опору з відомим опором. Нехай стум в плечах моста і в діагоналі CD спрямовані так, як показано на мал.1, тоді, згідно правилам Кирхгофа для розгалуженого кола, можна скласти такі 5 рівнянь з п'ятьма невідомими:

$$\text{для вузла C: } I_x - I_x - I_x = 0 \quad (1)$$

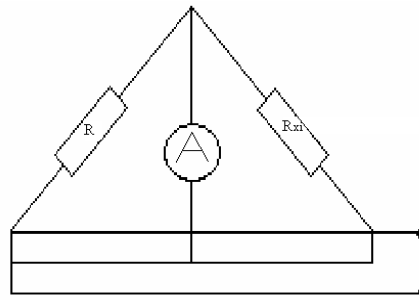
$$\text{для вузла D: } I_1 - I_2 - I_r = 0 \quad (2)$$

$$\text{для контура ACDA: } I_x R_x + I_r R_r = I_1 R_1 \quad (3)$$

$$\text{для контура ABEA: } I_1 R_1 + I_2 R_2 = U \quad (4)$$

$$\text{для контура CBDC: } I R - I_2 R_2 - I_r R_r = 0 \quad (5)$$

де R_r –опір гальванометра; R_1 і R_2 –опір „плечей” l_1 і l_2 –реохорда.



Змінюючи положення рухомого контакту D реохорда (і таким чином змінюючи співвідношення між l_1 і l_2), можливо домогтися того, щоб потенціал точки D дорівнював би потенціалу точки C ($\varphi_D = \varphi_C$)

В цьому випадку струм через гальванометр не іде (міст збалансовано). Враховуючи це ($I_g=0$), рівняння (1 –5) можна спростити:

$$I_x = I_r \quad (6)$$

$$I_1 = I_2 \quad (7)$$

$$I_x R_x = I_x R \quad (8)$$

$$I R = I_2 R_2 \quad (9)$$

Поділивши два основні рівняння одне на одне отримаємо:

$$\frac{I_x R_x}{I R} = \frac{I_1 R_1}{I_2 R_2} \quad (10)$$

Враховуючи співвідношення (6) і (7) вираз (10) можна спростити:

$$R_1 = \rho \frac{l_1}{S} \quad (11)$$

$$R_2 = \rho \frac{l_2}{S} \quad (12)$$

де ρ --питомий опір дроту реохорда; S –площа поперечного перерізу дроту.

Підставляючи значення R_1 і R_2 в співвідношення (10), отримаємо формулу для визначення питомого опору:

$$R_x = R \frac{l_1}{l_2}$$

Таким чином, підібравши відповідну довжину „плечей” реохорда l_1 , і l_2 і знаючи еталонний опір R, можна знайти R_x .

Виконання роботи.

1. Скласти схему відповідно мал. 1 з резистором R_x .
2. Після перевірки схеми викладачем включити електроживлення. Переміщуючи повзунок (рухомий контакт) реохорда l_1 і l_2 , записати результати в таблицю вимірів.
3. По формулі $R_x = \frac{l_1}{l_2} R$ знайти невідомий опір. Результати занести у таблицю.
4. Роз'єднати R_{x1} і підключити замість нього R_{x2} , потім R_{x3} , повторити виміри і визначити R_{x2} і R_{x3} . Результати занести до таблиці.
5. Приєднати до клеми А і С три резистори з'єднані послідовно (R_{x1} , R_{x2} , R_{x3}) і виміряти їх загальний опір згідно пункту 2 і 3. Результати занести до таблиці.
6. Приєднати до клеми А і С три резистори R_{x1} , R_{x2} , R_{x3} з'єднаних паралельно і виміряти їх загальний опір згідно пункту 2 і 3. Результати занести до таблиці.
7. Знаючи величину опорів при R_{x1} , R_{x2} , R_{x3} вирахувати по теоретичним формулам опір при їх паралельному і послідовному з'єднанні. Записати результати до таблиці.

$$R_{заг.} = R_1 + R_2 + R_3 \qquad \frac{1}{R_{заг.}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

8. Знайти похибку метода вимірювання враховуючи, що

$$\frac{\Delta R}{R_{тер}} \times 100\% = 2\% ;$$

$$\Delta R = R_{тер} - R_{досл.}$$

№	l_1	l_2	R_{x_1}	R_{x_2}	R_{x_3}	Результати отримані дослідним шляхом		Теоретичні розрахунки	
						$R_{\text{посл}}$	$R_{\text{пар}}$	$R_{\text{посл}}$	$R_{\text{пар}}$
1.									
2.									
3.									
4.									
5.									

Лабораторна робота «Дослідження термоелектрорушійної сили термопар»

Мета роботи: визначити залежність між термоелектрорушійною силою і різницею температур спаїв термопар.

Прилади і обладнання: термопара; чутливий гальванометр; два термометра (від 0° до 100° C); два термостати; електричне коло з живленням і нагрівачем.

Теоретичні відомості.

При з'єднанні двох різних металів (наприклад мідь залізо, хромель - копель, константан і мідь і т. п.) між ними виникає так звана контактна різниця потенціалів, але її неможливо використати для збудження струму в замкнутому колі, якщо температура контактів, спаїв однакова.

Але якщо підігрівати, чи охолоджувати лише один зі спаїв, то завдяки різниці температур спаїв в замкнутому колі виникає струм, який можливо виміряти чутливим приладом.

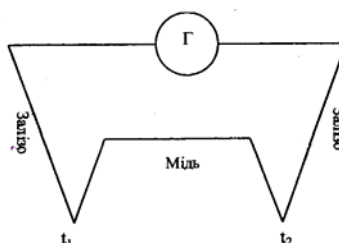


Рис.1

Величина термоелектрорушійної сили (ТЕРС) термопар залежить не тільки від температур спаїв, але і від природи металів, що створюють дану термопару, тобто від роботи виходу електронів і концентрації електронів у металі.

Робота виходу електронів визначається тою енергією, яку повинен мати електрон щоб вийти з поверхні метала в навколишній простір.

Концентрація електронів визначається кількістю електронів в 1м^3

цього металу.

На рис. 1 зображена принципова схема термопари де використовується контактна різниця потенціалів двох спаїв, які мають різну температуру.

Якщо підігрівати чи охолоджувати один із спаїв, то внаслідок різниці температур спаїв кожен з них буде мати свою контактну різницю потенціалів ($T_1 \neq T_2$ і $U_1 \neq U_2$), а потім у колі виникає так звана термоелектрорушійна сила, яка викличе термоелектричний струм.

Величина електрорушійної сили термопари залежить не тільки від різниці температури спаїв, але і природи металів, що створюють цю термопару (робота виходу електронів і їх концентрація).

Якщо різниця температур спаїв порядку 100°C , то термо-ЕРС термопари змінюється прямо пропорційно різниці температур спаїв.

$$E = k(t_1 - t_2),$$

(10)

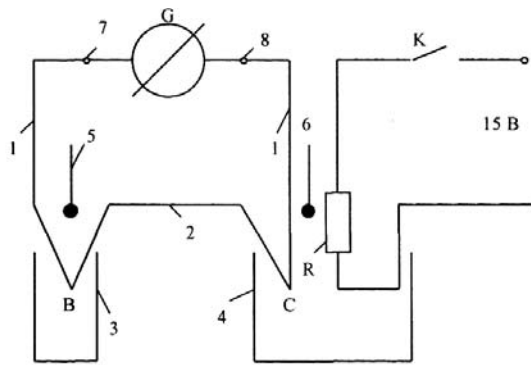
де коефіцієнт k дорівнює термоелектрорушійній силі, що виникає при різниці температур в 1°C і який є характерною величиною для кожної пари металів. Так, наприклад, для пари «константан - залізо» $K=50 \text{ мкВ/гр.}$ «константан - мідь» - $K=41 \text{ мкВ/гр.}$ ($1 \text{ мкВ}=10^{-6} \text{ В}$)

Величину термо-ЕРС термопари можна знайти по величині термоструму, що показує гальванометр.

Якщо на шкалі гальванометра замість величини струму нанести відповідну різницю температур між спаями, то така термопара з проградуєваним чутливим гальванометром може бути термоелектричним термометром.

Опис лабораторної установки.

Принципова електрична схема установки приведена на рисунку.



Термопара складається із двох різнорідних провідників сплавів хромель (1) і копель (2). Місця спаїв В і С занурені в термостати (3) і (4), які заповнені стеарином. Сюди ж занурені термопари (5) і (6). В термостаті (4) розміщений нагрівальний елемент R, який підключається через перемикач К до джерела постійної напруги 15В. Контакти (7) і (8) використовуються для підключення мілівольтметра (G).

Виконання роботи.

1. Записати термопару Т холодного спаю.
2. Перемикачем К замкнути живлення нагрівального елемента і нагріти термостат (4) на $4^{\circ} - 5^{\circ} \text{C}$, після чого вимкнути живлення нагрівального елемента. Коли температура стабілізується, визначити по шкалі мілівольтметра величину ТЕРС. Температуру нагрітого спаю Т і відповідну їй ТЕРС занести до таблиці вимірів (таб.1).
3. Продовжити нагрівати до $60^{\circ} - 70^{\circ}\text{C}$ виконуючи вимірювання згідно пункту 2. Періодично контролювати температуру холодного спаю. Результати занести у таблицю 1.
4. Виключити нагрівний елемент і вимірювати ТЕРС при охолодженні спаю С, при тих же температурах, як і при нагріванні. Дані занести в таблицю.
5. Знайти середнє значення ТЕРС одержані при нагріві спаю і при його охолодженні
6. Відкласти на графіку на осі абсцис значення різниці температур, а

на осі ординат E в мікрвольтах і побудувати графік функції

$$A = f(T_i - \dot{O}_\delta)$$

Таблиця 1

№	$T_{хол}$	$T_{нагр}$	$E_{нагр}$	$E_{хол}$	$E_{сер}$
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					

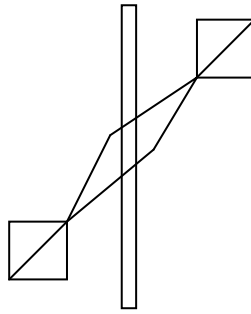
**Лабораторна робота «Визначення магнітного поля
колового струму і визначення горизонтальної складової
напруженості магнітного поля Землі»**

Мета роботи: Визначити залежність магнітного поля колового струму від сили струму, радіуса кільцевого провідника і числа витків, а також визначити горизонтальну складову індукції магнітного поля Землі.

Прилади та обладнання: амперметр, тангенс-гальванометр, джерело регульованого постійного струму, перемикач напрямку струму, набір монтажних провідників.

Опис лабораторної установки.

Визначення горизонтальної складової H напруженості поля Землі, виконується при допомозі приладу, який називають тангенс-гальванометром. Цей прилад являє собою коловий провідник з n вертикальних витків, які достатньо близько прилягають один до одного. В центрі витків розміщений компас, стрілка якого повертаючись навколо вертикальної осі, встановлюється під дією магнітного поля Землі вздовж горизонтальної складової напруженості H . Це дозволяє розмістити витки тангенс-гальванометра в площині магнітного меридіану. Струм, який протікає по виткам тангенс-гальванометра створює магнітне поле, діюче на стрілку компаса. Стрілка встановлюється по напрямку рівнодіючої напруженості обох магнітних полів (рис.1).



Так як вектор напруженості магнітних полів колового струму H , і вектор H Землі взаємно перпендикулярні, то їх рівнодіюча є діагоналлю паралелограма зі сторонами H , і H . Тому,

$$H_x = \frac{H}{\operatorname{tg} \varphi}$$

де $H = \frac{n \cdot I}{2 \cdot r}$ --напруженість колового струму, n –кількість витків, I –величина струму, r –радіус витків.

Таким чином, для визначення напруженості H одержуємо формулу:

$$H_x = \frac{n \cdot I}{2 \cdot r \cdot \operatorname{tg} \varphi} \quad (2)$$

Для даної місцевості на Землі і для даного приладу величина

$$C = \frac{I}{\operatorname{tg} \varphi} = \frac{2 \cdot r \cdot H_x}{n} \quad (3)$$

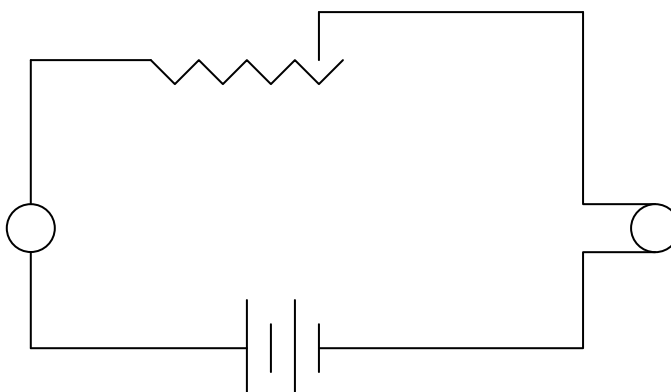
C –величина стала і називається сталою тангенс-гальванометра. При відхиленні магнітної стрілки на $\varphi = 45^\circ$, вона чисельно дорівнює величині струму, який протікає по виткам, тобто коли $H_x = H$.

Порядок виконання роботи.

Частина 1.

1. В електричне поле, яке зібране на панелі, підключити тангенс-гальванометр згідно схеми на рис.2. Визначити кількість витків та їх

радіус.



2. Повертаючи основу тангенс-гальванометра, встановити площину колового струму по напрямку магнітної стрілки, тобто в напрямку магнітного меридіана.

3. Ввімкнути тумблером електричний струм, визначити кут відхилення магнітної стрілки.

4. Перемкнувши тумблер на панелі змінити напрям колового струму і визначити кут відхилення.

5. Із одержаних значень знайти середню величину кута відхилення:

$$\varphi_{\text{ср.}} = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$$

Виміри провести для 5 різних значень струму.

6. Підрахувати значення магнітної складової Землі H_x для кожного значення струму згідно формули (2). Кінцевий результат представити ц вигляді:

$$H_x = H_{xcc} \pm \Delta H_{xcc}$$

7. визначити постійну тангенс-гальванометра C , згідно формули (3) і представити у вигляді:

$$C = C_{\text{ср.}} \pm \Delta C_{\text{ср.}}$$

Результати занести до таблиці:

№ пп	I (ma)					Hxi	ΔHxi	C	ΔC	B
1.										
2.										
3.										
4.										
5.										

Частина 2.

1. До електричного поля на панелі підключити один виток тангенс-гальванометра.

2. Тумблером ввімкнути джерело струму, при цьому регулятором встановити мінімальну величину струму.

3. Змінюючи величину струму підрахувати значення B згідно формули:

$$B = \mu_0 \frac{n \cdot I}{2 \cdot r} \quad (4)$$

де $n=1$, r =радіус витка, μ_0 =магнітна сила.

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Н\м}$$

Результати занести до таблиці, побудувати графік залежності $B(I)$.

4. Залишаючи незмінним струм в електричному колі проробити дослід з усіма витками тангенс-гальванометра підключаючи по черзі відповідні клеми, та заміряючи радіус і кількість витків.

Зробити висновок відносно відповідності результатів дослідження формул (4)

Лабораторна робота «Визначення питомого заряду методом магнетрона»

Теоретична частина

В даній роботі відношення e/m для електрона визначається за допомогою методу, що одержав назву "метод магнетрона". Ця назва пов'язана з тим, що конфігурація електричного і магнітного полів, яка застосовується у цій роботі, нагадує конфігурацію полів в магнетронах-генераторах електромагнітних коливань у галузі надвисоких частот.

Рух електронів в цьому випадку відбувається у кільцевому просторі, який знаходиться між прямолінійним катодом і циліндричним анодом лампового діода. Нитка розжарення (катод) розташовується вздовж осі циліндричного аноду, так що електричне поле направлене по радіусу (рис. 1).

Лампа розташовується усередині соленоїда, що створює магнітне поле, паралельне катоду. З'ясуємо траєкторію електронів, що рухаються під дією комбінації електричного та магнітного полів.

Будемо вважати, що початкова (теплова) швидкість електрона, що вилетів з катода дорівнює нулю. Тоді при заданій орієнтації електричного та магнітного полів рух електрона буде відбуватись у площині, яка перпендикулярна магнітному полю. Скористуємось полярною системою координат. В цьому випадку положення точки характеризується відстанню від осі циліндра r та полярним кутом.

Запишемо рівняння руху електрона в площині (r, φ) , скориставшись рівнянням моментів.

$$\frac{dI}{dt} [\vec{r} \times q \vec{E}] + [\vec{r} \times q [\vec{v} \times \vec{B}]] \quad (1)$$

де $q = -e$ - заряд електрона; I - напруженість електричного поля між катодом і анодом.

Якщо розглядати електроди двохелектродної лампи як циліндричний конденсатор, то електричне поле буде змінюватись зі зміненням відстані r і

визначається виразом

$$E = \frac{U}{\ln \frac{r_a}{r_k}} \times \frac{1}{r}, \quad (2)$$

де r_a - радіус анода, r_k - радіус катода.

Момент сили qE , тобто $[\vec{r} \cdot q\vec{E}] = 0$, оскільки $[\vec{r} \parallel \vec{E}]$. Спроектуємо рівняння(1) на вісь Z.

Для знаходження проекту і моменту сили Лоренца на вісь Z розглянемо переміщення електрона у полярній площині ($\vec{r}\varphi$) на величину $d\vec{r}$ (рис. 2). На рис.3 представлені одиничні вектори, радіус-вектори та полярні кути φ \vec{e}_z та \vec{e}_φ відповідно. Тоді вектор швидкості

$$\vec{V} = \frac{d\vec{r}}{dt} \frac{dr}{dt} \times \vec{e}_z + r \times \frac{d\varphi}{dt} \times \vec{e}_{z\varphi} = V_z \times \vec{e}_z + V_\varphi \times \vec{e}_\varphi,$$

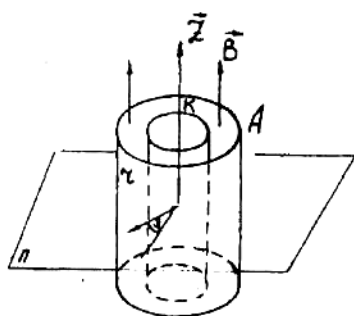


Рис. 1

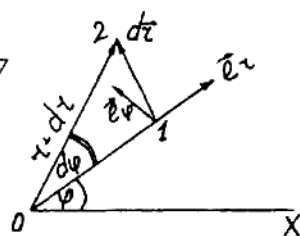


Рис. 2

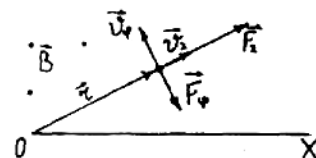


Рис. 3

Наявність двох складових швидкості V_z та V_φ приводить до двох складових сили Лоренца:

$$F_\varphi = -q \cdot V_z \cdot B = -q \cdot r \cdot B \quad (3)$$

$$F_z = q \cdot V_\varphi \cdot B = -q \cdot r \cdot \varphi \cdot B \quad (4)$$

Момент сили V_φ , відносно осі Z, $M_\varphi = r \cdot F_\varphi = q \cdot r \cdot r \cdot B$, а $[\vec{X} \cdot \vec{F}_\varphi] = 0$

Таким чином, рівняння (1) набуде вигляду

$$\frac{d(mr^2\dot{\varphi})}{dt} = e \cdot r \cdot \dot{r} \cdot B$$

Проінтегрувавши це рівняння за часом, отримаємо

$$m \cdot r^2 \cdot \dot{\varphi} + c = \frac{1}{2} er^2 B, \quad (5)$$

де C - постійна інтегрування, яка визначається з початкових умов.

Радіус катода r_k - величина мала, тому на початку руху електрона радіус $r = r_k$ теж малий. Права частина рівняння (5) та перший член його лівої частини тому теж дуже малий. Тоді постійну інтегрування C з визначеною точністю можна прирівняти до нуля: $C = 0$. Рівняння (5) набуде при цьому вигляду

$$m \cdot r^2 \cdot \dot{\varphi} = \frac{1}{2} er^2 B \quad (6)$$

Таким чином, кутова швидкість обертання електронів лінійно залежить від B і при даній індукції магнітного поля величиною постійною.

Перейдемо до вивчення руху електрона вздовж радіуса. Робота сил електричного поля, що звершується при переміщенні електрона від катода до точки з різницею потенціалів U .

$$\dot{A} = \dot{a}U \quad (7)$$

Магнітне поле роботи не здійснює. Тому робота, яка виражена співвідношенням (7), дорівнює кінетичній енергії електрона (за умови, що початкова швидкість електрона дорівнює нулю):

$$eU = \frac{mV^2}{2} = \frac{m}{2} \cdot (V_r^2 + V_j^2) = \frac{m}{2} \cdot [r^2 (\dot{\varphi})^2] = \frac{m}{2} \cdot \left[x^2 + \left(\frac{r \cdot e \cdot B}{2 \cdot m} \right)^2 \right]$$

Це рівняння визначає радіальний рух електрона.

Далі розглянемо траєкторію електронів, що вилетіли з катода при анодній напрузі U_a - У відсутності магнітного поля (рис. 4) траєкторія прямолінійна та направлена вздовж радіуса. При слабкому полі траєкторія трохи змінюється, але електрон все-таки досягає анода. При збільшенні магнітного поля траєкторія змінюється настільки, що стає дотичною до анода. Це поле називається

критичним При нулі $V_{кр}$ електрон зовсім не попадає на анод і повертається до катоду. Знайдемо величину $V_{кр}$ із співвідношення (8), відмітивши, що у цьому випадку радіальна швидкість електрона v при $v = v_a$, перетворюється в нуль:

$$\hat{A}_{e\delta} = \hat{I} \cdot v_a^2, \quad (8)$$

де коефіцієнт пропорційності: $O = 2,36 \cdot 10^{-2} \text{Тл/м}^2$, $I_{кр} = 0,85 \cdot I_a$

$$U_a = \frac{e \cdot B_{e\delta}^2 \cdot r_a^2}{8m} \quad (9)$$

$$\frac{e}{m} = \frac{8 \cdot U_a}{B_{e\delta}^2 \cdot r_a^2}, \quad (10)$$

де $r_a = 4,5$ мм - радіус анода

Формула (10) дозволяє вирахувати e/m , якщо при заданому U_a знайдено так значення магнітного поля (або навпаки, при заданому $V_{кр}$ таке значення U_a), при якому електрони перестають попадати на анод.

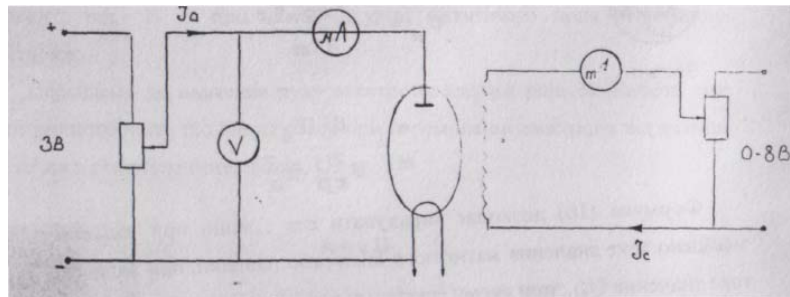
Досі можна було припустити, що всі електрони покидають катод з швидкістю, яка дорівнює нулю. Як виходить з (10), у цьому випадку при $V < V_{кр}$ всі електрони без винятку попадали би на анод, а при $V > V_{кр}$ всі вони повертались би на катод, не досягнувши анода. Анодний струм I_a зі збільшенням магнітного поля змінювався б при цьому так, як це зображено на (рис. 5) пунктирною лінією.

В дійсності електрони, які вилітають з катоду, мають різні початкові швидкості. Тому критичні умови для різних електронів досягаються при різних значеннях V . Крива (B) набуває внаслідок цього вигляду суцільної лінії (5).

В даній роботі для визначення e/m використовується двохелектродна лампа з циліндричним немагнітним анодом. Радіус анода $r = 4,5$ мм.

Опис лабораторної установки.

Принципова електрична схема:



Анодний струм I_a регулюється потенціометром (7). Струм I_c через котушку індуктивності (2) регулюється потенціометром (5). Анодна напруга на діоді вимірюється вольтметром (6). Живлення нитки розжарення катода підключено безпосередньо на панелі.

Хід роботи.

а) До клем (6) підключити вольтметр, резистори (5) і (7) встановити в крайнє ліве положення, що забезпечує мінімальне значення струму в діоді та соленоїді.

Ввімкнути живлення електричного кола тумблером розташованим з правого боку на панелі.

б) Повертаючи ручку резистора (7) праворуч, встановити анодний струм $I_a = 60$ мА. Змінюючи резистором (5) струм в котушці соленоїда, зняти залежність $I_a = f(I_c)$.

Дослід проробити для 3-х значень I_a .

Результати вимірів занести до таблиці:

$I_{a1}=60$ мА	I_a				U_{a1}
	I_c				
$I_{a2}=80$ мА	I_a				U_{a2}
	I_c				
$I_{a3}=100$ мА	I_a				U_{a3}
	I_c				

Побудувати графіки залежностей $I_a = f(I_c)$.

Лабораторна робота «Вивчення ефекта Холла»

Мета роботи - вивчити залежність "холловської" різниці потенціалів у напівпровідниковому зразку від величини магнітного поля, визначити концентрацію носіїв струму та їх рухливість.

Прилади та обладнання.

Електромагніт, що має число витків $N = 4000$, проводу "ПЭВ" 3,0 з повітряним зазором між полюсами, рівними 3 мм; датчик Холла типу Х 200; резистори для регулювання струму в датчику та електромагніт, міліамперметри, мілівольтметр, тумблер для включення живлення електричного кола. Розміри датчика Холла - 0,7x0,7x0,2 мм.

Вхідний опір 2,9 Ом.

Теоретична частина.

Нехай через однорідну пластину напівпровідника вздовж осі X тече струм I_x (рис. 1.). Якщо помістити пластину напівпровідника у магнітне поле, направлене по осі Y , то між гранями, перпендикулярними осі Z , з'явиться різниця потенціалів U_z . Виникнення поперечної різниці потенціалів пов'язано з дією сили Лоренца на рухливі заряди

$$\vec{F} = q \cdot [\vec{v} \times \vec{B}].$$

де q - величина заряду; V - його швидкість, B - індукція магнітного поля.

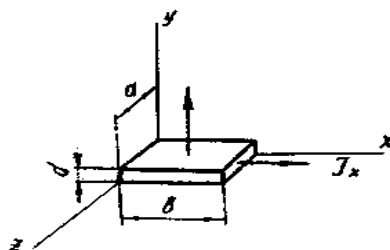


Рис.1.

Під дію цієї сили, направленої по осі Z ,

$$F = q \cdot V_x \cdot B_y$$

відбувається відхилення носіїв заряду в бік граней, які перпендикулярні осі Z . Одна з цих граней, до якої будуть відхилятися електрони, буде заряджатись

негативно, а протилежна їй - позитивно. Ці заряди і зумовлюють у пластині електричне поле (поле Холла).

Процес накопичення зарядів припиниться тоді, коли напруженість "холловського" поля буде повністю компенсувати дію на заряди сили Лоренца. Умову рівності сил, діючих на електрон з боку електричних та магнітних полів, може бути записано у вигляді

$$q(V_x B_y) = qEz$$

звідки може бути визначена напруженість "холловського" поля

$$E_z = V_x B_y$$

Напруженість "холловського" поля може бути виражена через "холловську" різницю потенціалів

$$U_z = E_z a = V_x B_y a = Y_x B_y a.$$

Струм, що протікає через зразок, площа поперечного перерізу якого $S = a \cdot d$, повністю, зв'язаний з концентрацією і швидкістю носіїв заряду співвідношенням:

$$I_x = j_x \cdot S = n \cdot q \cdot V_x \cdot a \cdot d \quad (2)$$

Вирішуючи сумісно рівняння (1) та (2), отримаємо

$$U_z = \frac{1}{q \cdot n} \cdot \frac{B_y \cdot I_x}{d} = K \cdot \frac{B_y \cdot I_x}{d} \quad (3)$$

де $K = \frac{1}{q \cdot n} = \frac{1}{en}$ - постійна Холла ($d = 0,2$ мм).

Величина її залежить від матеріалу пластини, вмісту домішки в ній та температури.

Опис лабораторної установки.

Принципова електрична схема установки приведена на рис.2

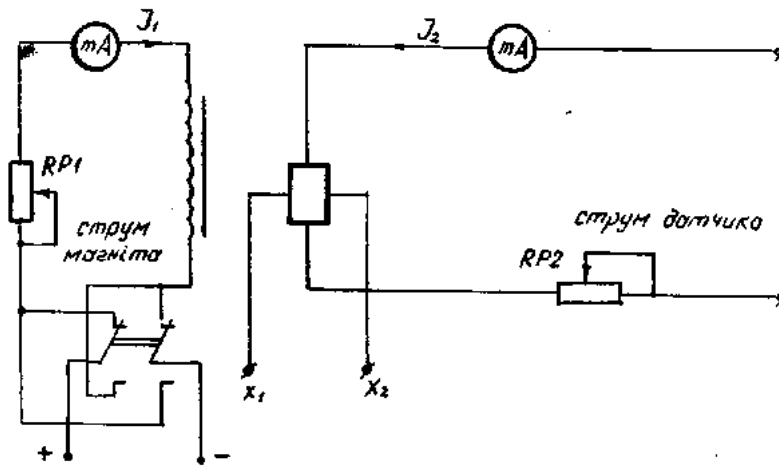


Рис 2

Джерела живлення електромагніту та датчика Холла змонтовані зі зворотнього боку панелі, мілівольтметр підключається до клем X_1 і X_2 - Регулювання струму в електромагніті та датчику Холла здійснюється за допомогою резисторів R_1 і R_2 , які виведені на панель-установки.

Виконання роботи.

а) До клем X_1 і X_2 підключити мілівольтметр, резистори RP_1 і RP_2 встановити в крайнє ліве положення, що забезпечить мінімальне значення струму в електромагніті та датчику Холла;

б) Ввімкнути тумблер живлення електричного кола, поворотом резистора RP_0 досягти струму через датчик Холла 80-100 мА;

в) Зняти залежність "холловської" різниці потенціалів U_z від індукції магнітного поля B . Для цього резистором RP_1 змінюють струм в електромагніті через 20 мА. Для виключення впливу побічних ефектів та визначення дійсного значення "холловської" різниці потенціалів вимірювання U_z проводяться з інверсією магнітного поля, тобто при зміні напрямку струму в електромагніті перемикачем.

$$U_z = \frac{(+U_1) + (-U_2)}{2}$$

Величина B лінійних частин кривої намагнічення позначається із співвідношення

$$B = \alpha \cdot I_1 \quad (4)$$

де $\alpha = 0,0155$ Тл /А; I_1 - струм через обмотку електромагніта,

г) Підрахувати В згідно формули (4)

Результати занести до таблиці:

I ₁ , А				
U ₁ , В				
U ₂ , В				
U _z , В				
B, Тл				
K, Кл ⁻¹				

д) Побудувати графік залежності U (B)

є) Згідно формули (3)

$$U_z = K \frac{B_y I_x}{d} \quad (3)$$

де d = 3мм Визначити постійну Холла K.

ж) Визначити концентрацію носіїв струму згідно формули

$$K = \frac{1}{en},$$

де e - заряд електрона (e = 1.602 10 Кл), n – концентрація носіїв

к) По заданому значенню опору датчика та його геометричним розмірам визначити його питомий опір, а потім рухливість носіїв струму

$$\rho = \frac{R \cdot S}{l}; \quad \mu = \frac{k}{\rho}.$$

Лабораторна робота «Дослідження залежності опору напівпровідників від температури»

Мета роботи:

Дослідним шляхом встановити закон зміни опору напівпровідника при його нагріванні визначити ширину забороненої зони і концентрацію зарядів у напівпровіднику при різній температурі.

Прилади та матеріали:

Експериментальна установка, яка має досліджуваний термоопір, термостат з нагрівачем і стабілізатор струму. Джерело постійної напруги ($U=16\text{В}$). Міліамперметр постійного струму ($I_{\text{max}}=200\text{мА}$). Цифровий вольтметр або мультиметр для вимірювання постійної напруги ($U_{\text{max}}=20\text{В}$).

Короткі теоретичні відомості:

Напівпровідники - це речовини, які за своєю електропровідністю, мають проміжне місце між провідниками першого роду і діелектриками. На відміну від металів вони мають від'ємний температурний коефіцієнт опору (в певних температурних інтервалах).

Основною відмінністю напівпровідників від металів є значна залежність їх провідності (опору) від зовнішніх факторів (освітленість, механічні деформації, опромінення рентгенівськими та радіоактивними променями, дія магнітного поля тощо). На величину електропровідності напівпровідників суттєво впливає наявність домішок. Величина питомого опору напівпровідників лежить в межах від 10^{-5} до 10^{-8} Ом·м.

До напівпровідників належать деякі хімічні елементи (кремній, германій, селен, бор, телур), а також окиси (CuO), сульфіди (CdS , PbS , ZnS), телуриди (HgTe , CdTe), фосфіди (GaP , InP , ZnP_2) тощо.

Існують напівпровідники із електронною та дірковою провідністю. У напівпровідниковій техніці використовуються напівпровідники, в яких носіями,

заряду є електрони хімічного зв'язку (вірніше їх відсутність вони мають р-тип провідності і електрони провідності n-типу.

Приклади, дія яких ґрунтується на значній залежності опору напівпровідників від температури, називаються термісторами або термоопорами.

Термістори - об'ємні опори, що виготовляють з напівпровідникових матеріалів. Вони мають від'ємний коефіцієнт опору, який у багато разів перевищує температурний коефіцієнт опору металів. Термістори можуть бути найрізноманітніших розмірів і форми, а також мають різні термічні та електричні властивості, високу механічну міцність.

Залежність опору напівпровідників від температури у значних інтервалах описується виразом:

$$R = Ae^{\Delta E / 2kT} \quad (1)$$

де А - константа, К - стала Больцмана, Е - енергія активації (висота енергетичного бар'єру).

Під *енергією активації* розуміють енергію, яку необхідно затратити, щоб перевести електрон із зв'язаного стану у вільний.

Зменшення опору з ростом температури пояснюється тим, що при збільшенні температури збільшується число носіїв заряду, тобто збільшується концентрація вільних електронів. Графік залежності опору напівпровідників від температури в координатах $\ln R = f(1/T)$ являє собою пряму лінію, тангенс нахилу якої до осі $1/T$ (вісь Ох) дорівнює:

$$\operatorname{tg}\varphi = \Delta E / 2k \quad (2)$$

Звідси *енергія активації* визначається як

$$\Delta E = 2k \operatorname{tg}\varphi \quad (3)$$

Концентрація електронів в зоні провідності напівпровідника змінюється від температури по експотенціальному закону

$$n = n_0 e^{\frac{\Delta E}{2kT}}, \quad (4)$$

де n-концентрація електронів провідності при температурі Т,

n_0 -концентрація електронів провідності при $T \rightarrow \infty$

$k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К- постійна Больцмана

ΔE -ширина забороненої зони

Так як електропровідність пропорційна концентрації електронів провідності, то залежність питомої електропровідності γ_0 напівпровідників від температури виражається формулою

$$R = R_0 e^{\frac{\Delta E}{2kT}}, \quad (5)$$

де γ_0 - питома електропровідність при $T \rightarrow \infty$

Опір напівпровідника з підвищенням температури зменшується по закону

$$R = R_0 e^{\frac{\Delta E}{2kT}}, \quad (6)$$

де R_0 -опір при $T \rightarrow \infty$

Цю залежність можна використовувати для визначення ширини забороненої зони напівпровідника ΔE .

Прологарифмувати цей вираз по основі e , отримаємо

$$\ln R = \ln R_0 + E / 2kT \quad (7)$$

Виразимо k в електрон-вольтах ($1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж) $k = 0,86 \cdot 10^{-4}$ еВ/К

Знайдемо значення $1/2k$; $1/2k = 5,8 \cdot 10^{-3}$ К/еВ і підставимо його в (4);

$$\ln R = \ln R_0 + \frac{5,8 \cdot 10^{-3}}{T} \Delta E \quad (8)$$

Якщо побудувати графік залежності $\ln R = f(5,8 \cdot 10^{-3} / T)$, то він буде представляти собою пряму лінію. Тангенс кута нахилу якої до вісі абсцис рівний ширині зображеної зони ΔE , вираженою в електрон-вольтах:

Схема експериментальної установки

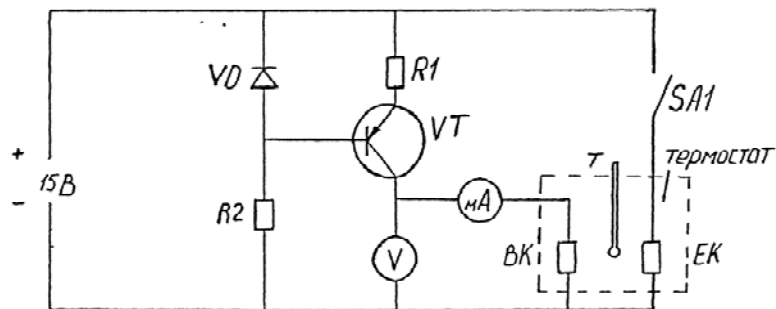


Рис.1

Германієвий напівпровідник ВК поміщений в термостат з нагрівачем ЕК, який підключається до джерела живлення вимикачем SA1.

Величина струму в колі ВК підтримується незмінним стабілізатором при зміні опору ВК, визваним його нагріванням, стабілізатор струму складається із стабілізатора VD), транзистора VT, транзисторів R₁ і R₂.

Для підключення цифрового вольтметра є клемми.

Порядок виконання робіт:

- 1). Підключити до експериментальної установки (рис.1) цифровий вольтметр ($U_{max}=20V$).
- 2) Увімкнути живлення тумблером SA1: Значення початкової температури і напруги на термоопорі ВК занести до таб.1.

Сила струму у колі постійна $I = 16 \text{ mA}$.

Таблиця №1

$t, ^\circ\text{C}$	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
$I, \text{ mA}$	16									
$U_1, \text{ B}$										
$U_2, \text{ B}$										

U_{cp}, B										
R, Om										

3)Визначити і занести до таб.1 значення падіння напруги U_1 і U_2 на термоопорі при зміні температури через кожні 5 °С. Провести виміри U як при нагріванні термоопору (U_1), так і при його охолодженні (U_2).

Обробка результатів:

1. По даним таб.1 визначити середнє значення падіння напруги $U_{cp} = (U_1 + U_2)/2$ на термопарі і його опір $R = U_{cp} / I$ для всіх значень температури.

Результати занести до таб. 1.

2. Визначити значення $5,8 \cdot 10^{-3} / T$ і $\ln R$ для всіх температур. Результати занести до табл. 2.

Таблиця № 2

T, K										
$\frac{5,8 \cdot 10^{-3}}{T}, K^{-1}$										
$\ln R$										

По даним табл.2 побудувати графік залежності $\ln R = f(5.8 \cdot 10^{-3} / T)$

Лабораторна робота «Внутрішній фотоефект у напівпровідниках»

Мета роботи: експериментально встановити залежність опору напівпровідника від величини падаючого на нього потоку електромагнітного випромінювання та визначити чутливість фото резистора.

Прилади та обладнання: напівпровідниковий фото резистор ФСД-Г2, джерело світла (лампа), мікроамперметр та вольтметр постійного струму, джерело, що регулюється, постійної напруги (0-15В), джерело напруги (6,3В).

Методика експерименту.

Схема лабораторної установки показана на рис.1.

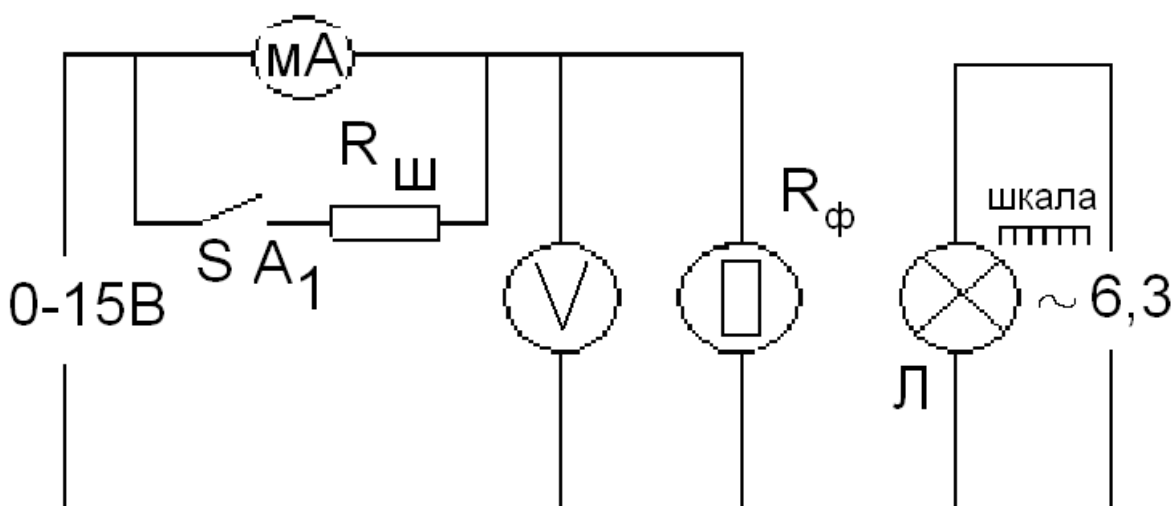


Рис.1

Світло від лампочки накаливання Л падає на фото резистор, змінюючи його опір. За допомогою вольтметра вимірюється напруга на фото резисторі, яка може змінюватись від 0 до 15В. Мікроамперметр вимірює силу струму, що проходить через фото резистор. При збільшенні падаючого світлового потоку опір шунта $R_{ш}$ підключається тумблером SA1 і максимальний струм, що вимірюється становить $I_{max}=5$ мА. При відключенні $I_{max}=I$ мА. Падаючий світловий потік Φ_p можна зменшувати, збільшуючи відстань від лампи до фото резистора. Його величина розраховується

$$\Phi_n = \frac{I \cdot S}{r^2} \cos \alpha,$$

де I- сила світла лампи, S=28 mm –площа світлочутливого шару фото резистору, $\alpha=0$ –кут між напрямком світлового потоку та нормальною до світлочутливої поверхні, r –відстань між лампами до фото резистора визначається по шкалі.

Можна визначити величину падаючого світлового потоку

$$\Phi_n = \frac{I \cdot S}{r^2} \cdot \cos \alpha = \frac{0,43 \cdot 28 \cdot 10^{-6}}{r^2} = 12 \cdot 10^{-6} \frac{1}{r^2}$$

Отже, падаючий світловий потік змінюється обернено пропорційно квадрату відстані к від фото резистора до лампи накаливання.

Порядок виконання роботи.

1. Встановити вимірювання сили струму $I_{\max}=5\text{mA}$. Включити живлення фото резистора та лампи, встановити напругу 10 В. Визначити силу струму при мінімальній відстані r. Збільшуючи r через 1 см зняти залежність I (Φ_n) (при U =const) та побудувати графіки залежності $I=f(\Phi_n)$.

Таблиця 1

№	r(m)	I(A)	U(B)	Rф	Фп
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

2. Обчислити опір фото резистора R_{ϕ} ($R_{\phi}=U/I_{\phi}$). для всіх значень сили струму та побудувати графік залежності $R_{\phi}=f(\Phi_{п})$
3. установити лампу біля фото резистора ($r=1$ см). Змінюючи вхідну напругу через I В, зняти залежність $I(U)$ при $\Phi=const$ (табл.. 2). та побудувати графік залежності $I=f(U)$

Таблиця 2

№	$r(m)$	$U(B)$	$I(A)$
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Лабораторна робота «Зняття вольт-амперної характеристики напівпровідникового діоду»

Мета роботи: вивчення напівпровідників та їх властивостей; застосування напівпровідникових діодів.

Теоретична частина

Усі речовини за їх електропровідними властивостями поділяються на три групи: провідники, напівпровідники та ізолятори.

Провідники - це метали та їх сплави.

Ізолятори (діелектрики) - це мінерали, неорганічні аморфні тіла, синтетичні сполуки, полімери тощо.

Напівпровідники - це деякі хімічні елементи, окиси металів, хімічні сполуки.

В напівпровідниках можливі два механізми (типи) електропровідності: *електронний*, що здійснюється рухом електронів, звільнених з хімічних зв'язків і *дірковий*, обумовлений рухом дірок (вакансій хімічних зв'язків).

Напівпровідники, провідність яких зумовлена надлишковими електронами, називаються *електронними* або *напівпровідниками n-типу*.

Напівпровідники, провідність яких викликана наявністю дірок, називаються *дірковими* або *напівпровідниками p-типу*.

Розглянемо напівпровідник, що складається з двох частин, одна з яких має провідність n - типу, а друга p-типу (рис. 1). У p-області основними носіями є дірки, а в n -області - електрони. І n -, і p- області до утворення контакту між ними були, в цілому, електронейтральними. При утворенні контакту внаслідок дифузії та взаємного електричного притягання певна кількість вільних електронів n -області перейде в p-область, де є незайняті валентні рівні (дірки). Електрони займуть частину цих рівнів поблизу контакту. Дірки, в свою чергу, дифундуватимуть з p-області в n -область, де будуть рекомбінувати з вільними електронами. Завдяки цим процесам концентрація вільних електронів і дірок поблизу контакту значно зменшиться.

Поряд з цим, n -область поблизу, контакту зарядиться позитивно, бо: по-перше, вона, втратила частину своїх вільних електронів; а по-друге, до неї перейшла частина дірок з p -області. Аналогічно, p -область поблизу контакту зарядиться негативно. Електричне поле, що виникне при цьому, перешкоджатиме подальшій дифузії носіїв заряду. В області контакту встановиться динамічна рівновага.

Таким чином, на межі контакту n - і p - напівпровідників виникає p - n - перехід (рис.2), який має великий опір, бо він збіднений на носії заряду. Шар, що перешкоджає дифузії носіїв заряду, називається запираючим - шаром. Його товщина залежить від концентрації носіїв заряду в областях напівпровідника.

Якщо до p - n -переходу прикласти різницю потенціалів у такому напрямі, як показано на рис. 3, тобто до p -області подати позитивний потенціал, а до n -області негативний, то під дією зовнішнього поля вільні носії заряду рухатимуться до p - n - переходу; концентрація їх на переході зросте і через напівпровідник піде значний струм.

Якщо ж різницю потенціалів прикласти в протилежному напрямі (рис. 4), то ширина p - n -переходу зросте, бо носії заряду будуть відходити від контактної області. У цьому випадку опір переходу буде великим, а струм у колі - незначним.

Напрямок, в якому p - n -перехід пропускає струм, називається прямим або напрямом провідності.

Протилежний напрям називають зворотнім або запірним.

Таким чином, прилади, в яких створено p - n -перехід, пропускають струм лише у прямому напрямі. У зворотному напрямі струм дуже малий. Такі прилади називають діодами і вони використовуються для випрямлення струмів в електро- і радіотехніці. Промисловість випускає, в основному, кремєніві і германієві точкові та площинні діоди.

Для діодів введені позначення, які складають з букв і цифр (наприклад Д7Ж): Д - означає тип приладу - діод; 7 - вказує тип приладу та його застосування, Ж – різновидність приладу.

Найважливіші параметри діодів такі:

1. Найбільше значення зворотної напруги $U_{зв}$, яка може бути прикладена до діода у зворотному напрямі.
2. Прямий струм $I_{пр}$ – величина максимального струму через діод при прямому ввімкненні.
3. Найбільше значення зворотного струму $I_{зв.макс}$ величина струму через діод у зворотному напрямі (коли до нього прикладено зворотну напругу).
4. Пробивна напруга $U_{проб.}$ - напруга на діоді, при якій відношення зміни напруги до зміни струму дорівнює нулю. Перевищення цього значення приводить до різкого збільшення зворотного струму і руйнування діода.
5. Найбільша амплітуда струму при перехідних процесах $I_{перех..макс..}$ - найбільше значення амплітуди струму через діод, яка не спричиняє його пошкодження протягом секунди.
6. Найбільша амплітуда випрямленого струму $I_{випр.макс..}$ – найбільше значення амплітуди струму через діод.
7. Прхідна ємність $C_{пр}$ - статична ємність між електродами діода. Основною характеристикою діода є вольт-амперна характеристика, яка показує залежність величини струму, що проходить через діод від величини прикладеної напруги.

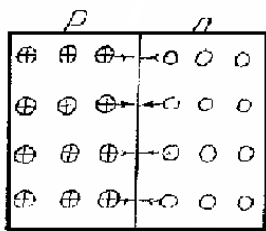


рис. 1

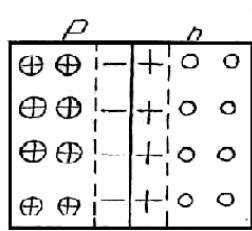


рис. 2

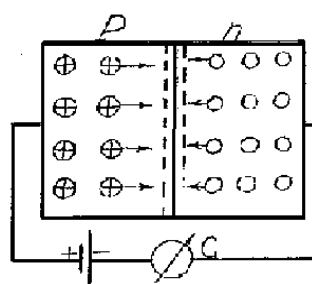


рис. 3

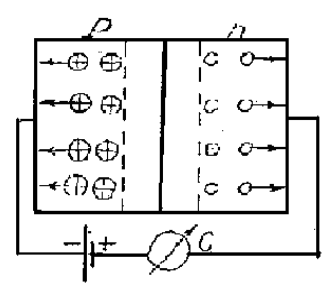


рис. 4

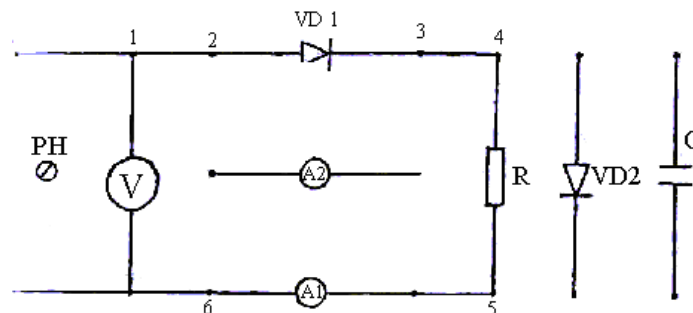


Рис.5

Опис лабораторної установки і методика дослідження

Схема установки для дослідження $p-n$ переходу зображена на рис.5

Постійна напруга змінюється регулятором напруги РН від 0 до 8 В, а вимірюється вольтметром ($U_{\text{ном}}=10$ В). Міліамперметр A_1 ($I_{\text{ном}}=50$ мА) використовується в завданні 1 для вимірювання прямого струму $p-n$ переходу, а мікроамперметр A_2 ($I_{\text{ном}}=100$ мкА) - в завданні 2 для вимірювання зворотного струму діода. У роботі досліджується $p-n$ переходи світло діода VD1 і германієвого діода VD2. При проходженні прямого струму світло діод випромінює світло. У завданнях 1 і 2 досліджується його вольт-амперна характеристика при прямому і зворотному вмиканнях.

Виконання роботи

Завдання 1. Дослідження $p-n$ переходу при прямому вмиканні діода.

1. Зібрати схему (рис.5) . Під'єднати до клем (5) і (6) міліамперметр A_1 і з'єднати з клемами (1) і (2), а також (3) і (4). Регулятор напруги РН встановити в крайнє положення, обертаючи проти годинникової стрілки.
2. Включити живлення. Змінюючи напруги через 1 В (від 0 до 8 В) вимірювати силу струму в ланцюгу.
3. Результати вимірювань занести в таблицю №1. Відключити електроживлення.
4. Використовуючи отримані данні вирахувати напругу U_d на $p-n$ переході за формулою:

де U - вхідна напруга; $U_k = I_0 R$ - напруга на резисторі.

Результат занести до таблиці №1

Знайти прямий опір $p-n$ переходу R_{np} для всіх значень вхідної напруги за

формулою:
$$R_{i\partial} = \frac{U_{\partial}}{I_0}$$

Результати занести до таблиці 1

5. За отриманими даними побудувати графік залежності $I_0 = f(U_0)$,

№п.п.	U	I ₀	R	U _к	U _д	R _{пр}
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						

$$R_{пр} = f(U_d).$$

Завдання 2. Дослідження *p-n* переходу при зворотному включенні діода.

1. В схемі (рис.5) під'єднати до клем (5) і (6) мікроамперметр A₂ і змінивши напрям струму в *p-n* переході, для чого з'єднати провідниками клем (1) і (3); (2) і (4). РН встановити в нульовому положенні. Ввімкнути живлення, збільшуючи вхідну напругу через 1 В (від 0 до 8 В) вимірювати силу зворотного струму I_{зв}. Результати занести до таблиці №2. Вимкнути живлення. Розібрали схему.

1. Використовуючи отримані данні, знайти значення зворотного опору *p-n* переходу R_{зв}. для всіх значень вхідної напруги і занести до таблиці №2. Так як R_{зв} >> R, то R_{зв} ≈ U / I_{зв}

Таблиця 2

№ п.п.	U	I _{зв}	R _{зв}
1.			
2.			
3.			
4.			

3. Побудувати графік залежності I_{зв} = f(U), R_{зв} = f(U).

Лабораторна робота «Фізичні параметри біполярного транзистора»

1. Мета роботи .

Вивчити будову та принцип дії біполярного транзистора, зняти вхідні та вихідні статичні характеристики $p-n-p$ транзистора.

2. Прилади та обладнання.

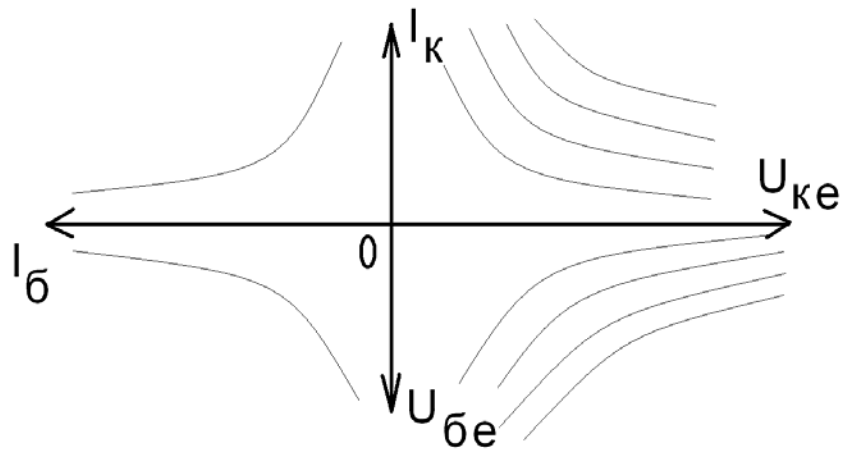
Два джерела живлення постійної напруги 0 - 15 В, що регулюються, вольтметром з межею 0,5 В, мікро амперметр з межами 50 та 250 мкА та міліамперметр на 10 та 50 мА, транзистор $p-n-p$ структури типу МП-20 А. дільник напруги.

3. Опис експериментальної установки.

Схема для вимірювання вольт амперних характеристик транзистора представлена на рис.6. дивись методичні рекомендації

4. Порядок виконання роботи.

1. Зняти залежність $I_k (U_{ке})$ при $I_б = \text{const}$, $I_б$ встановити 20, 50, 100, 120 мкА.
2. Зняти залежність $U_{бе} (U_{ке})$ при $I_б = \text{const}$. Провести вимірювання при струмах бази, вказаних у п. 1.
3. На основі отриманих сімейств характеристик побудувати графіки $I_k (I_б)$ і $I_б (U_{бе})$.
4. Побудувати характеристичні криві у чотирьох квадрантах.



Фізичні параметри біполярного транзистора

$I_Б = \quad , \quad A$			$I_Б = \quad , \quad A$		
$U_{KE, B}$	$I_{K, A}$	$U_{BE, B}$	$U_{KE, B}$	$I_{K, A}$	$U_{BE, B}$
$I_Б = \quad , \quad A$			$I_Б = \quad , \quad A$		
$U_{KE, B}$	$I_{K, A}$	$U_{BE, B}$	$U_{KE, B}$	$I_{K, A}$	$U_{BE, B}$

Лабораторна робота «Дослідження діодного оптрона»

Мета роботи: познайомитись з дією та характеристиками оптрона та його елементів – випромінюючого діода та фотодіода.

Підготовка до роботи.

1. Вивчити теоретичний матеріал про оптоелектронні прилади / [1], стор. 370-383, 401-437 /.

2. Ознайомитися з запитаннями письмового колоквиуму:

Випромінюючі діоди (світлодіоди). Їх характеристики, технологія виготовлення, способи перетворювання кольору випромінювання.

Будова та принцип дії фоторезисторів.

Явище фотоефекту та механізм утворення фото ЕРС у фото- діодах.

ВАХ фотодіодів та коментар до неї.

Режими роботи фотодіодів у електронних схемах.

Фототранзистори та фототиристори.

Будова та принцип дії оптрона.

Застосування оптронів у електронних схемах.

Порядок виконання роботи

1. Прочитавши завдання, з'ясувати хід виконання роботи.

2. Використовуючи оптрон ЗОД 101А, зібрати схему зняття статичних характеристик (рис.7.1).

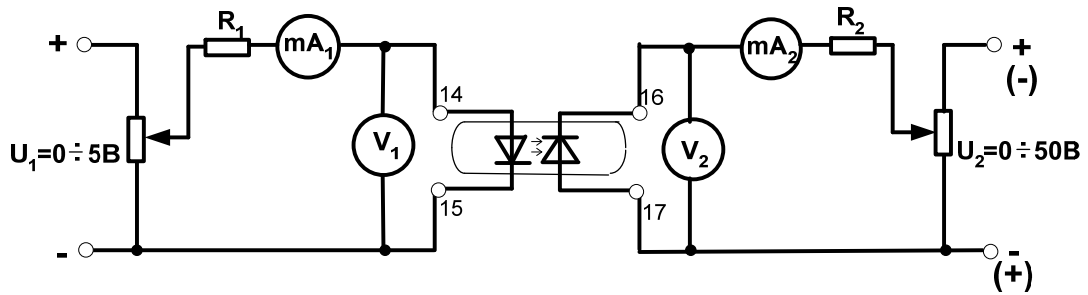


Рис.7.1

З цією метою визначити за допомогою довідника розміщення електродів оптрона ЗОД 101А. Після перевірки схеми викладачем, увімкнути лабораторну установку.

3. Зняти ВАХ випромінювача – вхідну характеристику оптрона. Змінюючи напругу на вхідних електродах оптрона за допомогою потенціометра лівого блоку живлення в межах від 0 до 1,5 В, зняти пряму вітку ВАХ випромінюючого діода. Увага! Прямий струм випромінювача не повинен перевищувати 20 мА! Результати вимірювань занести до таблиці 7.1.

При цьому вихідну напругу на оптроні підтримувати $U_{вих} = 0$ В.

Таблиця 7.1.

$U_{вх.}, В$	0	0,1	0,2	0,3	...	1,2	1,3
$I_{вх.}, мА$							

4. Зняти сімейство ВАХ фотоприймача – вихідну характеристику оптрона.

$$I_{вих} = f(U_{вих}) / I_{вх} = \text{const}$$

для кількох постійних значень вхідного струму (тобто пропорційного струмові світлового потоку, що випромінюється світлодіодом). При проведенні вимірювань напругу на вихідних електродах змінювати як в прямому, так і зворотному напрямі, перемикаючи полярність напруги U_2

правого блоку живлення. Межу вимірювання міліамперметра mA_2 встановити в положення „1мА”, вимірювати прямий і зворотний струми фотоприймача в межах від 0 до

0,5 мА. Результати вимірювань звести до таблиці 7.2.

Таблиця 7.2.

	Uвих, В	-1	-2	-3	...	-15	0	0,5	1	1,5	2,0	2,5	3,0
Iвх=0	Iвих, мА												
Iвх=2мА	Iвих, мА												
Iвх=4мА	Iвих, мА												
Iвх=6мА	Iвих, мА												
Iвх=10мА	Iвих, мА												
Iвх=15мА	Iвих, мА												
Iвх=20мА	Iвих, мА												

5. Використовуючи таблиці 7.1 і 7.2, накреслити графіки вхідної та сімейства вихідних характеристик оптрона. На сімействі вихідних характеристик відшукати значення фото ЕРС для різних значень вхідного струму (світлового потоку). Заповнивши таблицю 7.3, побудувати графік залежності

$$E_{\phi} = f(I_{вх}).$$

6. Використовуючи таблицю 7.2, накреслити характеристику прямої передачі оптрона

$$I_{вих} = f(I_{вх})/U_{вих} = \text{const}$$

для

$$U_{вих} = -10 \text{ В}$$

і для

$$U_{вих} = 1 \text{ В}.$$

Таблиця 7.3.

Iвх, мА	0	2	4	6	10	15	20
Eф, В							

Лабораторна робота «Аналіз характеристик сенсорів хвильового фронту»

Мета роботи: вивчити структури, схеми та принципи функціонування сенсорів хвильового фронту та оволодіти навиками розрахунків параметрів цих сенсорів, здійснити порівняльний аналіз сенсорів хвильового фронту різних типів.

3.1 Основні теоретичні відомості

Сенсори для систем адаптивної оптики повинні мати такі властивості:

- висока просторова роздільна здатність (багатоканальність);
- високе значення швидкодії;
- узгодженість динамічного діапазону сенсора з проблемою фазової неоднозначності при значних збуреннях (понад 2π рад);
- незалежність результатів фазових вимірів від випадкових змін інтенсивності світла на приймальній апертурі;
- висока чутливість (ефективність використання світлового потоку);
- достатня ширина спектра робочого випромінювання;
- оптимальна ступінь складності сенсора (враховує надійність, вартість, ступінь технічного напрацювання і т. ін.).

Для попередніх оцінок тих чи інших вимог до сенсорів використовують наближені співвідношення, а саме [4].

1. Розрахунок кількості каналів сенсора

$$N \approx \left(\frac{2D}{\pi l_s} \right)^2 \ln \frac{\sigma_s}{\sigma}, \quad (3.1)$$

де σ/σ_s – відносна похибка апроксимації хвильового фронту;

D/l_s – відношення діаметра апертури до масштабу неоднорідностей.

2. При гетеродинному та синхронному детектуванні вибір кількості каналів N здійснюють, виходячи з заданої похибки апроксимації хвильового фронту поверхнею адаптивного дзеркала σ_{cm}

$$N \approx 0,3 \left(\frac{D}{l_g} \right)^2 \left(\frac{\sigma_{CT}}{\sigma_g} \right)^{-1} . \quad (3.2)$$

3. Для колмогорівської моделі турбулентності ця кількість може бути вираженою через радіус когерентності атмосфери

$$N \approx 0,3 \left(\frac{D}{r_0} \right)^2 \sigma_{cm}^{-11/5} . \quad (3.3)$$

4. Швидкодію сенсора оцінюють, виходячи з частоти зрізу замкненої системи:

$$\omega_c \approx \frac{1,4}{t_s} \cdot \frac{\sigma_s}{\sigma} , \quad (3.4)$$

де t_s – характерний час тривалості неоднорідності.

При невеликій амплітуді фазових збурень (лінійна ділянка дискримінаційної характеристики) характерний час відгуку системи $t \gg p/w_c$.

5. Похибка сенсора хвильового фронту залежить від чутливості детекторів. При слабких сигналах точність сенсора обмежується дробовим шумом фотоприймача. Значення похибки обернено пропорційне квадратному кореню від кількості фотонів, прийнятих на інтервалі виміру (при кінцевому часі інтегрування детектора дорівнює відношенню сигнал-шум). При прямому детектуванні (сенсори гартманівського типу) похибка вимірювання хвильового фронту

$$\Delta S \geq \frac{\pi}{S/N} , \quad (3.5)$$

де S/N – відношення сигнал-шум (SNR).

Для інтерферометрів значення похибки приблизно у разів більше.

6. Формули для оцінювання співвідношення сигнал-шум для характерних систем з вихідною хвилею:

6.1. Система фазового з'єднання із сенсором Гартмана (на цілі змонтовано кутовий відбивач діаметром d)

$$\frac{S}{N} = \frac{D^*}{\sqrt{A \cdot \Delta \nu_c}} \cdot \left(\frac{\delta}{D}\right)^2 \cdot \left(\frac{\Omega_d}{\Omega_0}\right) \alpha P_0, \quad (3.6)$$

де D^* , A – гранична роздільна здатність та площа детектора, відповідно; $\square n_c$ – характерна смуга пропускання; d/D – співвідношення діаметрів парціального та загального пучків; W_d/W_0 – співвідношення площі кутового відбивача та площі світлової плями; α – коефіцієнт поглинання траси у зворотному ході; P_0 – потужність джерела світла.

6.2. Гетеродинний сенсор із шириною смуги сигналу ν

$$\frac{S}{N} = \left(\frac{\alpha P_0 \eta \lambda}{2\pi \hbar c \Delta \nu}\right)^{1/2} \left(\frac{Dd}{\lambda L}\right)^2, \quad (3.7)$$

де η – квантова ефективність приймача; \hbar , c – відповідно стала Планка і швидкість світла у середовищі.

6.3. Система апертурного зондування (N каналів, відстань між каналними частотами $\square n_0$) на початковому етапі адаптації

$$\frac{S}{N} = \frac{D^*}{\sqrt{AN \Delta N_0}} \cdot \left(\frac{m}{N}\right) \cdot \left(\frac{d^2 D}{d_0 L \lambda}\right)^2 \alpha P_0, \quad (3.8)$$

де m – відносна глибина модуляції; d_0 – діаметр світлової плями; L – довжина траси.

На кінцевому етапі адаптації

$$\frac{S}{N} = \frac{D^*}{\sqrt{AN \Delta N_0}} \cdot \left(\frac{m}{N}\right) \cdot \left(\frac{dD}{\lambda L}\right)^4 \alpha P_0. \quad (3.9)$$

3.2 Приклад розрахунку характеристик сенсорів хвильового фронту

Вхідні дані:

- відносна похибка апроксимації ХФ – $1/10^2$;
- діаметр апертури – 10 см;

- діаметр неоднорідностей – 3 см;
- похибка апроксимації ХФ поверхнею адаптивного дзеркала – 1/246;
- радіус когерентності атмосфери – 1,5 см;
- характерний час неоднорідності 1 мс;
- гранична роздільна здатність 10^{-9} Вт/Гц^{0.5};
- площа детектора 78,5 см²;
- діаметр парціального пучка 1 см;
- співвідношення площ кутового відбивача та світлової плями 100:1;
- коефіцієнт поглинання траси 0,7;
- потужність джерела 10мВт;
- квантова ефективність приймача 80%;
- довжина траси 1 км;
- коефіцієнт модуляції 1.

1. Кількість каналів сенсора Гартмана (пряме детектування)

$$N \approx \left(\frac{2 \cdot 0,1}{3,14 \cdot 0,03} \right)^2 \ln 10^2 = (2,122)^2 \cdot 4,605 = 20,737 \approx 21$$

2. Кількість каналів гетеродинного сенсора

$$N \approx 0,3 \cdot \left(\frac{1}{0,03} \right)^2 \cdot \left(\frac{246}{10} \right)^{-1} = 13,55 \approx 14$$

3. Кількість каналів при прямому детектуванні (модель турбулентності атмосфери Колмогорова)

$$N \approx 0,3 \cdot \left(\frac{100}{0,015} \right)^2 \cdot 246^{-\frac{11}{3}} = 0,3 \cdot 444444444444 \cdot 0,0000018 \approx 24$$

4. Характерний час спрацювання адаптивної системи

$$t \approx \frac{\pi}{\omega_c} = \frac{\pi}{1,4 \tau_c \frac{\sigma_s}{\sigma}} = \frac{3,141}{1,4 \cdot 10^{-3} \cdot 100} \approx 22,4 \text{ с.}$$

5. Співвідношення сигнал-шум для сенсора Гартмана

$$\frac{S}{N} = \frac{10^9}{\sqrt{0,00785 \cdot 21 \cdot 10^3}} \cdot \left(\frac{0,01}{1}\right)^2 \cdot 100 \cdot 0,7 \cdot 10^{-2} \approx 545,06$$

Відповідна похибка вимірювання хвильового фронту:

$$\Delta S \geq \frac{3,141}{545,06} \approx 0,58\%$$

6. Співвідношення сигнал-шум гетеродинного сенсора

$$\frac{S}{N} = \left(\frac{0,7 \cdot 10^{-2} \cdot 0,8 \cdot 0,6 \cdot 10^{-4}}{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 10^{14}}\right)^{1/2} \cdot \left(\frac{0,1 \cdot 0,01}{0,6 \cdot 10^{-4} \cdot 1000}\right)^2 \approx 96500.$$

7. Співвідношення сигнал-шум одноканальної системи апертурного зондування на початковому етапі адаптації

$$\frac{S}{N} = \frac{10^9}{\sqrt{0,0001 \cdot 24 \cdot 10^5}} \cdot \left(\frac{1}{24}\right) \cdot \left(\frac{0,01^2 \cdot 0,01}{0,001 \cdot 1000 \cdot 0,6 \cdot 10^{-6}}\right)^2 \cdot 0,7 \cdot 10^{-2} \approx 52297,8.$$

На кінцевому етапі адаптації

$$\frac{S}{N} = \frac{10^9}{\sqrt{0,0001 \cdot 24 \cdot 10^5}} \cdot \left(\frac{1}{24}\right) \cdot \left(\frac{0,01 \cdot 0,1}{1000 \cdot 0,6 \cdot 10^{-4}}\right)^4 \cdot 0,7 \cdot 10^{-2} \approx 145271,6.$$

Таким чином відношення сигнал/шум (SNR) на кінцевому етапі адаптації такої системи є приблизно у 2,8 разів більшим.

3.3 Завдання та хід виконання роботи

1. Вивчити теоретичні питання, пов'язані з принципами роботи, структурною організацією та функціонуванням оптичних та електричних схем сенсорів хвильового фронту для адаптивних оптичних систем.

2. За наведеним прикладом згідно з варіантом індивідуального завдання (табл. 3.1) виконати розрахунок характеристик сенсорів хвильового фронту.

3. Побудувати графічні залежності $SNR(N)$ та $\Delta S(SNR)$ для розрахованих сенсорів.

4. Скласти звіт.

Таблиця 3.1 – Індивідуальні варіанти завдань

Номер варіанта	$D, \text{ м}$	$l_z, \text{ м}$	σ/σ_z	σ_{cm}	σ_z	$r_0, \text{ м}$	η	$d_0, \text{ м}$	$\lambda, \text{ МКМ}$	$d, \text{ м}$	$L, \text{ м}$
1	0,1	0,03	10^{-2}	246	10^{-2}	0,015	0,88	0,01	0,61	0,1	1000
2	0,2	0,03	10^{-2}	256	10^{-2}	0,016	0,89	0,02	0,62	0,12	1050
3	0,3	0,03	10^{-2}	266	10^{-2}	0,017	0,87	0,01	0,63	0,14	1070
4	0,4	0,04	10^{-2}	276	10^{-2}	0,018	0,86	0,01	0,64	0,16	2000
5	0,5	0,04	10^{-2}	286	10^{-2}	0,019	0,85	0,01	0,65	0,18	2040
6	0,6	0,04	10^{-2}	296	10^{-2}	0,020	0,84	0,01	0,66	0,2	2050
7	0,7	0,03	10^{-2}	300	10^{-2}	0,020	0,83	0,01	0,67	0,22	2080
8	0,8	0,03	10^{-2}	304	10^{-2}	0,019	0,82	0,01	0,68	0,24	2070
9	0,9	0,04	10^{-2}	308	10^{-2}	0,018	0,78	0,01	0,69	0,26	3020
10	0,10	0,04	10^{-2}	312	10^{-2}	0,017	0,77	0,02	0,70	0,28	3090
11	0,11	0,03	10^{-2}	344	10^{-2}	0,016	0,76	0,02	0,71	0,3	4100
12	0,12	0,03	10^{-2}	446	10^{-2}	0,015	0,75	0,02	0,72	0,32	5200
13	0,13	0,03	10^{-2}	482	10^{-2}	0,015	0,74	0,02	0,73	0,34	6300
14	0,14	0,04	10^{-2}	642	10^{-2}	0,016	0,73	0,02	0,74	0,36	7400
15	0,15	0,04	10^{-2}	576	10^{-2}	0,017	0,72	0,02	0,59	0,38	4500
16	0,2	0,04	10^{-2}	544	10^{-2}	0,018	0,71	0,02	0,58	0,4	4600
17	0,5	0,03	10^{-2}	684	10^{-2}	0,019	0,7	0,01	0,57	0,21	2700
18	0,6	0,04	10^{-2}	662	10^{-2}	0,020	0,65	0,02	0,56	0,23	1800
19	0,7	0,03	10^{-2}	624	10^{-2}	0,017	0,6	0,01	0,55	0,25	1900
20	0,9	0,04	10^{-2}	524	10^{-2}	0,019	0,55	0,02	0,54	0,27	8000

Продовження таблиці 3.1

номер варіанта	$D^*, \frac{\text{Вт}}{\sqrt{\text{Гц}}}$	$A, \text{ м}^2$	$\Delta V_c, \text{ кВт}$	$\delta, \text{ см}$	$D, \text{ м}$	Ω_d/Ω_0	α	$P_0, \text{ мВт}$	$\Delta v_0, \text{ кВт}$	m
1	10^{-9}	0,0001	250	1	1,0	0,05	0,7	1	45	0,9
2	10^{-10}	0,001	300	1,1	1,1	0,06	0,8	2	50	0,95
3	10^{-11}	0,0001	350	1,2	1,2	0,07	0,9	3	60	0,85
4	10^{-12}	0,001	400	1,3	1,3	0,08	1,0	4	70	0,8
5	10^{-13}	0,001	450	1,4	1,4	0,09	0,8	5	75	0,78
6	10^{-11}	0,001	500	1,5	1,5	0,08	0,9	6	80	0,76
7	10^{-10}	0,0001	550	1,6	1,5	0,06	0,7	7	85	0,75
8	10^{-14}	0,0001	600	1,7	1,4	0,07	1,0	8	90	0,77
9	10^{-13}	0,0001	650	1,8	1,3	0,05	0,7	9	95	0,81
10	10^{-10}	0,0001	700	1,9	1,2	0,04	0,8	10	100	0,82
11	10^{-11}	0,001	750	2,0	1,1	0,05	0,9	15	150	0,83
12	10^{-12}	0,0001	800	2,1	1,0	0,06	1,0	20	200	0,84
13	10^{-11}	0,001	850	2,2	1,1	0,07	0,8	25	250	0,91
14	10^{-12}	0,0001	900	2,3	1,2	0,08	0,9	30	300	0,92
15	10^{-13}	0,0001	950	2,4	1,3	0,09	0,7	35	350	0,93
16	10^{-16}	0,0001	200	2,5	1,4	0,06	1,0	40	400	0,94
17	10^{-14}	0,0001	150	2,6	1,5	0,05	0,7	45	450	0,6
18	10^{-12}	0,001	170	2,7	1,2	0,07	1,0	50	470	0,65
19	10^{-11}	0,0001	180	2,8	1,5	0,08	1,0	55	480	0,67
20	10^{-9}	0,001	190	2,9	1,3	0,09	0,7	60	$1,5 \cdot 10^3$	0,68

Лабораторна робота «Поглинання інфрачервоного випромінювання атмосферою»

Мета роботи: вивчити механізми втрат світла у атмосфері, які зумовлені поглинанням інфрачервоного випромінювання та оволодіти навиками розрахунків спектрального коефіцієнта пропускання у діапазоні довжин хвиль 0,7...14 мкм за методом Ельдера-Стронга.

5.1 Основні теоретичні відомості

Земна атмосфера є середовищем, що складається з аерозольної суміші газів і водяної пари зі зваженими в ній частинками різних розмірів (частинки диму, земного та космічного пилу, органічні частинки і т.д.)

Нижні шари атмосфери складаються з механічної суміші азоту (78%), кисню (21%) і ряду інших газів. З цих газів, на частку яких у повітрі приходиться близько 1%, на оптичні властивості атмосфери впливають вуглекислий газ та озон. Вміст CO₂ у поверхневому шарі атмосфери (для висот порядку 20...25 км) є нерівномірним та коливається в межах 0,3...0,05%, а O₃ – близько 10⁻⁵...10⁻³%.

Концентрація водяної пари H₂O в атмосфері може бути від 10⁻³ до 4% і залежить від географічної широти, висоти над рівнем моря, часу, пори року і місцевих метеорологічних умов. Основна кількість водяної пари є зосередженою в нижньому шарі атмосфери (до 5 км) та різко зменшується з подальшим збільшенням висоти.

Крім газів і водяної пари в нижніх шарах атмосфери постійно є пил, дим, мінеральні й органічні частинки, бактерії, краплі води і кристалики льоду. Ці частинки та домішки можуть бути центрами концентрації водяної пари, що приводить до утворення серпанку, туману, хмар і дощу.

При проходженні інфрачервоного (ІЧ) випромінювання крізь атмосферу спостерігається вибіркоче поглинання багатоатомними молекулами газів і водяною

парою. Селективність поглинання пояснюється тим, що воно відбувається на тих хвилях, частота яких є резонансною для молекул атмосферних газів [20].

Найбільш інтенсивно ІЧ випромінювання поглинається парами води, вуглекислим газом та озоном. У поверхневому шарі атмосфери смуги поглинання водяної пари перекривають смуги поглинання інших газів. У ІЧ діапазоні виділяють такі основні смуги пропускання $\Delta\lambda_i$ (вікна прозорості) [5]:

- 0,95...1,05 мкм;
- 1,15...1,35 мкм;
- 1,5...1,8 мкм;
- 2,1...2,4 мкм;
- 3,3 ... 4,2 мкм;
- 4,5...5,1 мкм;
- 8...13 мкм.

Відносна величина пропускання у вікнах прозорості не є однозначною для всіх умов, вона залежить від висоти над рівнем моря та вмісту в атмосфері водяної пари. Зі збільшенням висоти густина повітря та вміст у ньому водяної пари зменшуються, відповідно зростає прозорість атмосфери і збільшується ширина смуг пропускання.

Т. Ельдером і Д. Стронгом був запропонований метод наближеного розрахунку прозорості атмосфери всередині спектральних смуг пропускання. Для розрахунку вибіркового поглинання всередині ділянки прозорості τ_n ними була запропонована логарифмічна залежність

$$\tau_n = t_0 - k_n \lg \varphi, \quad \% \quad (5.1)$$

де φ – водність (приведена товщина водяних пар у мм на 1 км відстані); t_0 , k_n – сталі відповідної спектральної ділянки, знайдені Ельдером і Стронгом експериментально (таблиця 5.1)

Таблиця 5.1 – Сталі Ельдера і Стронга [21]

Номер ділянки	Спектральний діапазон, мкм	$k_{\text{П}}, \%$	$t_0, \%$	Номер ділянки	Спектральний діапазон, мкм	$k_{\text{П}}, \%$	$t_0, \%$
I	0,72 – 0,92	15,1	106,3	V	1,9 – 2,7	13,1	72,5
II	0,92 – 1,2	16,5	106,3	VI	2,7 – 4,3	12,5	72,3
III	1,1 – 1,4	17,1	96,3	VII	4,3 – 5,9	21,2	51,2
IV	1,4 – 1,9	13,1	81,0	VIII	5,9 – 14,0	-	-

Для атмосфери, яка містить водяну пару, але є вільною від твердих частинок, дощу і туману, застосовується така формула для розрахунку ω (розрахункова висота 2–20 км)

$$\omega = 10^4 \alpha_0 \cdot \psi_n \cdot l, \quad (5.2)$$

де α_0 – гранична абсолютна вологість біля поверхні Землі у г/см³ (табл. 5.2); ψ_n – відносна вологість повітря на відповідній висоті, %; l – довжина траси, у км.

Для розрахунку вибіркового поглинання водяною парою, наприклад, у випадку розсіювання ІЧ випромінювання туманом на висотах > 2 км Ельдером і Стронгом була запропонована емпірична формула [6]

$$\tau_p = (0,998)^{\omega}. \quad (5.3)$$

Таким чином, інтегральний коефіцієнт прозорості чистої вологої атмосфери може бути розрахований так

$$\tau = \tau_{\text{П}} \tau_p = (t_0 - k_{\text{П}} \lg \omega) \cdot 0,998^{\omega} \quad (5.4)$$

Таблиця 5.2 – Гранична абсолютна вологість на поверхні Землі [21]

Температура, °С	-20	-15	-10	-5	0	5	10	20	30	40	50
Гранична абсолютна вологість, мг/см ³	1,08	1,60	2,35	3,41	4,86	6,32	9,4	17,3	30,3	51,1	82,8

При значному замутненні атмосфери (дощі, тумани і т. д.) характер проходження ІЧ світла є більш складним. У приземних шарах атмосфери завжди знаходяться зважені тверді та рідкі частинки, що утворюють хмари, туман і атмосферні опади. На цих частинках відбувається аерозольне дифракційне та геометричне розсіювання.

Встановлено, що характер та інтенсивність аерозольного розсіювання залежить від співвідношення між радіусом розсіювачів r і довжиною хвилі діючого випромінювання λ :

в області коротких хвиль ($r \ll \lambda$) розсіювання залежить тільки від розміру частинок;

- при $\lambda = r$ розсіювання є максимальним. Вимірявши залежність коефіцієнта розсіювання від довжини хвилі $\rho = f(\lambda)$, можна довжину хвилі максимального розсіювання вважати приблизно рівною радіусу переважної кількості розсіювачів;

- при $\lambda > r$ розсіювання починає зменшуватися. За умови $\lambda \approx 2r$ починається область розсіювання, в якій працює закон Релея (розсіювання змінюється пропорційно λ^{-4}). При штучному тумані та серпанку (розмір розсіювачів $r < 0,2 \dots 1 \text{ мкм}$) ІЧ випромінювання із довжиною хвилі $\lambda > 2 \text{ мкм}$ поширюється на більш значну відстань у порівнянні з видимим світлом.

Для оцінювання ослаблення ІЧ світла хмарами вважають, що вони складаються переважно з крапельок радіусом $5 \dots 7 \text{ мкм}$. Середня відстань між краплями $1 \dots 1,5 \text{ мкм}$. Якщо радіус крапель стає більшим 60 мкм , вони випадають на землю у вигляді дощу.

Для частинок з $r > 60 \text{ мкм}$ (дощ, сніг, град та ін.) розсіювання короткого та середнього ІЧ випромінювання практично не залежить від довжини хвилі, а залежить тільки від розміру частинок, тому ІЧ випромінювання не має переваг відносно видимого.

З підвищенням висоти над рівнем моря прозорість атмосфери для ІЧ випромінювання нелінійно зростає. Так, на висотах вище $9 \dots 10 \text{ км}$ ІЧ випромінювання поширюється практично без втрат. Ідеальним середовищем для поширення світла є космічний простір (вакуум).

5.2 Завдання та хід виконання роботи

1. Вивчити теоретичні питання, пов'язані з особливістю проходження ІЧ випромінювання у шарах атмосфери.

2. За методом Ельдера-Стронга згідно з варіантом індивідуального завдання (таблиця 5.3) виконати розрахунок коефіцієнта пропускання атмосфери для кожної з ділянок прозорості у діапазоні $0,72 \dots 4,9 \text{ мкм}$, а також інтегральний коефіцієнт

прозорості чистої вологої атмосфери.

3. Побудувати графічні залежності $\tau_p(\lambda)$ для кожної спектральної ділянки та $\tau(\omega)$.
4. Скласти звіт.

Таблиця 5.3 – Індивідуальні варіанти завдань

Номер варіанта	Довжина траси, км	Відносна вологість, %	Температура, °С
1	20	61	-20
2	19	65	-10
3	18	60	-5
4	17	63	0
5	16	72	5
6	15	67	10
7	14	74	15
8	13	76	20
9	12	69	25
10	11	68	30
11	10	80	35
12	9	79	40
13	8	81	45
14	7	68	50
15	6	72	-10
16	5	82	-15
17	4	70	-20
18	3	74	10
19	2	81	15
20	2	75	20

Лабораторна робота «Вивчення серіальних закономірностей в спектрі випромінювання водню і визначення сталої Планка»

Мета роботи

Експериментально дослідити видиму частину спектра випромінювання атомів водню, за результатами вимірювань розрахувати сталу Планка

Для виконання лабораторної роботи студенту попередньо необхідно:

знати серіальні закономірності формування спектра випромінювання атома водню та вміти їх пояснити за теорією Бора

Прилади і матеріали

Монохроматор типу УМ–2, неонова лампочка, прилад СПЕКТР–1

Теоретичні відомості і опис установки

Як відомо спектр кожного газу складається з окремих спектральних ліній або груп (серій) близько розташованих ліній. Найбільш вивченим є спектр атома водню. Частоти випромінювання атома водню можна описати узагальненою формулою Бальмера у вигляді (4.4):

$$\nu_{kn} = R \cdot \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{k^2} \right), \quad (1)$$

де ν_{kn} – частота випромінювання атома водню при його переході з k -го енергетичного рівня на n -й енергетичний рівень; R – стала Рідберга; k і n – цілі числа ($n=1,2,3,\dots$, а k набуває значень $n+1, n+2$ і т.д.).

Стала Рідберга R у формулі (1) визначається співвідношенням (4.7) (див. §4.1)

$$R = \frac{Z^2 m_e e^4}{8h^3 \varepsilon_0^2}, \quad (2)$$

де Z – порядковий номер атома водню ($Z=1$); $m=9,11 \cdot 10^{-31}$ кг – маса електрона; $e=1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл – заряд електрона; $\varepsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м – електрична стала; $c=3 \cdot 10^8$ м/с –

швидкість світла у вакуумі; h – стала Планка.

Кожному значенню n в (1) відповідає серія спектральних ліній. Для видимої частини спектра атома водню $n=2$.

Формулу (1) з урахуванням (2) можна записати таким чином:

$$\nu_{kn} = \frac{Z^2 m_e e^4}{8h^3 \varepsilon_0^2} \cdot \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{k^2} \right). \quad (3)$$

Виражаючи частоту випромінювання ν_{kn} через довжину хвилі $\lambda_{kn} = \frac{c}{\nu_{kn}}$ з (3)

одержуємо вираз для визначення сталої Планка:

$$h = 3 \sqrt{\frac{m_e e^4 Z^2 \lambda_{kn}}{8 \varepsilon_0^2 c} \cdot \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{k^2} \right)}. \quad (4)$$

З врахуванням того, що для атома водню $Z=1$ вираз (4) перепишемо у вигляді

$$h = 3 \sqrt{\frac{m_e e^4 \lambda_{kn}}{8 \varepsilon_0^2 c} \cdot \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{k^2} \right)}. \quad (5)$$

Перехід атомів газу із основного стану в збуджений легко здійснити за допомогою електричного розряду в розрідженому газі. Перехід атомів із збудженого стану в основний проходить спонтанно (самовільно) з випромінюванням ліній усіх серій.

В даній лабораторній роботі визначають наступні лінії в спектрі випромінювання водню, які лежать у видимій частині спектру і становлять 400–600 нм:

- червону лінію $H_\alpha(\lambda_{3,2})$, ($k = 3$);
- зелено-голубу лінію $H_\beta(\lambda_{4,2})$, ($k = 4$);
- фіолетово – синю лінію $H_\gamma(\lambda_{5,2})$, ($k = 5$);
- фіолетову лінію $H_\delta(\lambda_{6,2})$, ($k = 6$).

Експериментальна установка зібрана на основі монохроматора УМ–2, який використовується як спектроскоп. Оптична схема установки наведена на рис. 1.

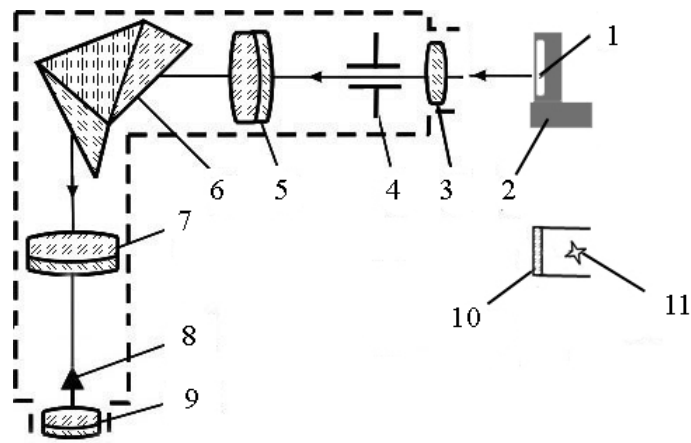


Рис. 1

1 – воднева газорозрядна трубка; 2 – блок живлення трубки; 3 – збиральна лінза; 4 – вхідна щілина; 5 – об’єктив коліматора; 6 – дисперсійна призма; 7 – об’єктив зорової труби; 8 – візир; 9 – окуляр; 10 – захисний кожух неонові лампочки; 11 – неонові лампочка.

На вхідну щілину 4 монохроматора направляють світло від неонові лампочки 11 в кожусі 10 або газорозрядної водневої трубки 1 пристрою СПЕКТР –1.

Загальний вигляд установки зображений на рис. 2.

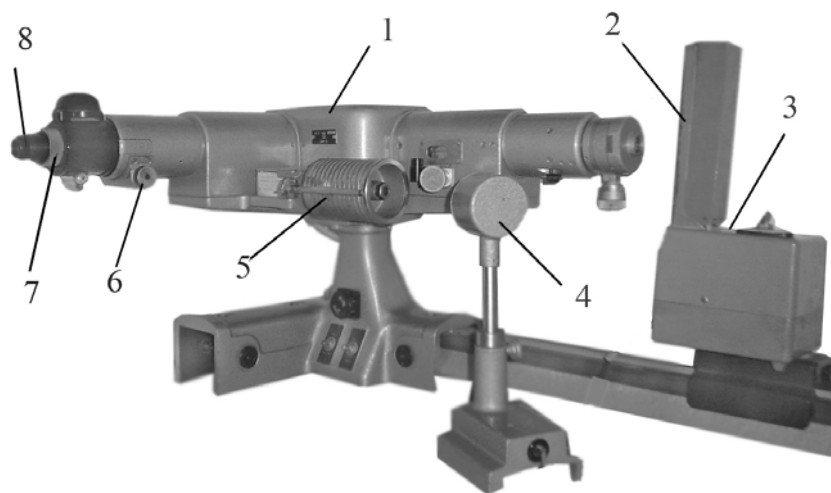


Рис. 2

1 – монохроматор; 2 – воднева газорозрядна трубка в захисному кожусі; 3 – блок живлення трубки; 4 – неонові лампочка в захисному кожусі; 5 – барабан довжин хвиль монохроматора; 6 і 7 – регулювальні гвинти окуляра монохроматора; 8 – окуляр.

Послідовність виконання роботи

ЗАВДАННЯ 1. Градування монохроматора

Для цього (див.рис.2):

1. Розмістити близько до вхідної щілини монохроматора 1 неонову лампочку 4, яка розміщена в захисному кожусі, і увімкнути її в мережу 220 В.
2. Встановити ширину вхідної щілини монохроматора $\sim 0,22$ мм.
3. Досягнути чітке зображення спектральних ліній в окулярі 8 монохроматора за допомогою регулювальних гвинтів 6 та 7, а оптимальну ширину спектральних ліній – незначним регулюванням ширини вхідної щілини монохроматора.
4. Плавню обертаючи барабан 5 довжин хвиль монохроматора, суміщати з візиром монохроматора видимі в окуляр 8 спектральні лінії випромінювання неону та встановлювати відповідність між значеннями λ і відносними поділками n шкали барабана довжин хвиль (для спектру випромінювання неону значення λ вказані на робочому місці).
5. Результати вимірювань записати в таблицю 1.
6. Вимкнути з мережі 220 В неонову лампочку і зняти її з оптичної лави.
7. Побудувати графік залежності $\lambda = f(n)$ (графік градування монохроматора), відкладаючи по осі X відносні поділки n шкали барабана 5 довжин хвиль, а по осі Y – довжини хвиль λ відповідних ліній.

Таблиця 1

$\lambda, \text{Å}$									
n , відн. од.									

**ЗАВДАННЯ 2. Визначення довжин хвиль спектральних ліній
випромінювання атомів водню та сталої Планка**

1. Розмістити на місці неонові лампочки прилад СПЕКТР – 1.
2. Увімкнути прилад СПЕКТР–1 в мережу 220 В і встановити перемикач на ньому в положення “Н₂”.
3. Переміщаючи окуляр 8 зорової труби монохроматора 1 за допомогою регулювальних гвинтів 6 і 7 добитися чіткого зображення ліній випромінювання атомів водню в окулярі.
4. Дивлячись в окуляр монохроматора, встановлювати по чергові поворотом барабана 5 довжин хвиль спектральні лінії випромінювання водню навпроти візира монохроматора і проводити відліки, що відповідають цим лініям, за шкалою барабана монохроматора. Візуальний пошук ліній необхідно починати з найбільш інтенсивної червоної H_{α} лінії. Одержані результати записати в таблицю 2.

УВАГА! В спектрі водневої трубки поряд з лініями атомного спектру спостерігається спектр молекулярного водню.

Таблиця 2

Колір і індекс лінії	n , відн.од.	λ , нм	Квантові числа		$h \cdot 10^{34}$, Дж·с	$\Delta h \cdot 10^{34}$, Дж·с	δh , 100%
			n	k			
Яскраво-червона, H_{α}			2	3			
Зелено-голуба, H_{β}			2	4			
Фіолетово-синя, H_{γ}			2	5			
Фіолетова, H_{δ}			2	6			

5. Користуючись кривою градування монохроматора визначити довжини хвиль кожної з ліній випромінювання водню.
6. Розрахувати за формулою (5) сталу Планка, використовуючи довжини λ хвиль ліній випромінювання водню: H_α , H_β , H_γ і H_δ .
7. Дані, які одержані в п.п. 5–6, записати в таблицю 2.
8. Проаналізуйте одержані результати і зробіть висновки.

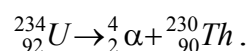
Лабораторна робота «Визначення енергії альфа частинок по їх пробігу в повітрі»

Мета роботи: визначення енергії альфа-частинок по довжині їх пробігу в повітрі.

1. Короткі теоретичні відомості

Альфа-розпадом називається самодовільне ядерне перетворення, при якому заряд ядра зменшується на 2, а масове число — на 4. Він супроводжується випромінюванням альфа-частинки, тобто ядра атому ${}^4_2\text{He}$.

Як приклад наведемо розпад ${}^{234}_{92}\text{U}$, реакція перетворення якого



Альфа-розпад спостерігається в атомних ядрах з порядковими номерами $Z > 82$. Їх періоди напіврозпаду охоплюють межі від 10^{-7} с до 10^{15} років і більше. На сьогоднішній день відомо більше двохсот альфа-активних ядер, більшість з яких отримують штучно. Енергетичний спектр альфа-частинок дискретний (лінійчатий), бо енергетичні стани вихідного (материнського) та кінцевого (дочірнього) ядер є дискретними. Енергії α -частинок різних ядер мають значення від 3-4 до 9 МеВ.

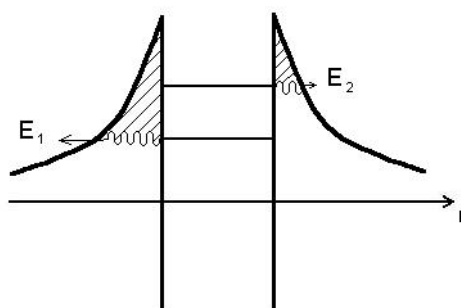


Рис. 8. Енергія взаємодії альфа-частинки з остаточним ядром

У випадку ${}^{238}_{92}\text{U}$ $E_\alpha = 4.21$ МеВ, а висота потенціального бар'єру для альфа-частинки

$$E_{r_0} = \frac{2 \cdot (Z-2)l^2}{r_0}, \text{ якщо прийняти висоту потенціального бар'єру рівною кулонівському}$$

потенціалу на відстані r_0 від центру ядра. Для ${}^{238}_{92}\text{U}$ $E_{r_0} = 25 \text{ MeV}$. Це справедливо, якщо α -частинка вилітає з ядра з орбітальним моментом $l = 0$. Можливі випадки, коли l відрізняється від нуля. Якщо $l \neq 0$, то крім кулонівського бар'єру необхідно врахувати

ще так званий відцентровий бар'єр: $V_\delta = \frac{\hbar^2 l(l+1)}{m_\alpha r_0^2}$. Таким чином, повна висота бар'єру

або повний потенціал взаємодії альфа-частинки з ядром

$$V(r) = \frac{2(Z-2)l^2}{r_0} + \frac{\hbar^2 l(l+1)}{m_\alpha r_0^2}.$$

Підставляючи чисельні значення величин, знаходимо $V_\delta \approx \frac{l(l+1)}{20} \text{ MeV}$, тобто при зміні l від 5 до 10 V_δ змінюється від 1.5 до 5.5 MeV — висота бар'єру визначається в основному кулонівським потенціалом. Згідно з класичною механікою, альфа-частинка може залишити ядро тільки тоді, коли її енергія перевищує висоту потенціального бар'єру. Тому у випадку ${}^{238}_{92}\text{U}$ класична механіка стає в глухий кут, оскільки при значенні енергії 4.21 MeV альфа-частинка повинна була би навіки залишитися замкненою всередині ядра. Квантова механіка дає вихід з цього положення. В 1928 р. Гамов, Герні та Кондон створили теорію, яка стверджує, що альфа-частинка має скінчену ймовірність проникнути через потенціальний бар'єр за допомогою “тунельного ефекту”, навіть якщо її енергія значно менша за висоту бар'єру. Ця ймовірність зростає зі збільшенням енергії частинки. Для $E_\alpha < 4 \text{ MeV}$ проникність бар'єру дуже мала, а отже, ймовірність випускання ядром альфа-частинки незначна. Це пояснює ту обставину, що серед відомих альфа-активних ядер жодне не випромінює альфа-частинки за енергією, яка менше за 4 MeV.

Квантова теорія виходить з рівняння Шредінгера, яке визначає хвильову функцію альфа-частинки, що знаходиться в полі. Потенціал цього поля зображено на рис. 8. Альфа-частинка, що виходить з ядра з енергією E_2 має більшу ймовірність тунелювання крізь кулонівський бар'єр, ніж альфа-частинка з меншою енергією E_1 . Заштрихована на малюнку площа більша для частинки з E_1 .

При цьому розглядається плоска хвиля, яка падає збоку на потенціальний бар'єр. Вона частково відбивається, а частково проходить. Ймовірність P проходження частинки через потенціальний бар'єр дорівнює відношенню потоку, що пройшов, до потоку, що падає:

$$P = \exp \left\{ -2 \frac{\sqrt{2M}}{\hbar} \int_{r_0}^{r_1} [V(r) - E_\alpha]^{1/2} dr \right\},$$

де M — приведена маса альфа-частинки та остаточного ядра, а $E_\alpha = E \left(1 + \frac{M_\alpha}{M_2} \right)$ — кінетична енергія альфа-частинки в лабораторній системі координат (M_α — маса альфа-частинки, M_2 — маса остаточного ядра).

Добуток частоти коливань альфа-частинки всередині ядра на ймовірність P (прозорість потенціального бар'єру) дає ймовірність альфа-розпаду даного ядра в одиницю часу, тобто сталу розпаду λ .

Залежність кількості альфа-частинок від їх повного пробігу дозволяє визначити середній або екстрапольований пробіг та по ньому знайти енергію частинок. Таким чином, задача визначення енергії альфа-частинок зводиться до експериментального визначення залежності кількості зареєстрованих альфа-частинок від відстані між джерелом та детектором.

На рис. 9 показано графік залежності кількості альфа-частинок N_α з однаковими початковими енергіями в залежності від відстані від джерела x для колімованого пучка. Там же пунктирною кривою зображено розподіл альфа-частинок по пробігах, який отримано диференціюванням попередньої залежності. Максимум розподілу відповідає значенню пробігу, що дорівнює R_0 та називається середнім пробігом. Він співпадає з відстанню, яку проходить половина всіх частинок.

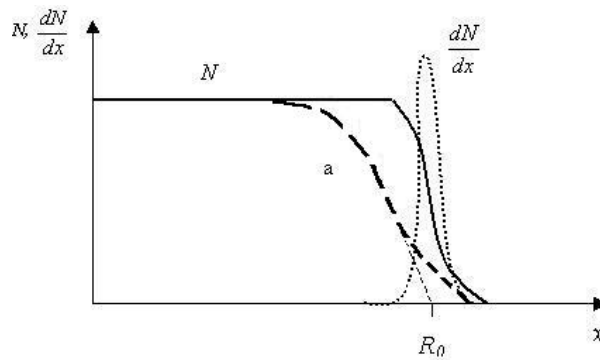


Рис. 9. Залежність кількості (N) моноенергетичних альфа-частинок від шляху x , який вони пройшли від джерела в колімованому пучку, та розподіл частинок по пробігах (dN/dx); а — випадок неколімованого пучка альфа-частинок

Для альфа-частинок, які виникають при розпаді ядер, середній пробіг в повітрі при нормальних умовах лежить в межах приблизно від 3 до 7 см. Він пов'язаний з кінетичною енергією альфа-частинок E_α співвідношенням

$$R_0 = 0.318 \cdot E_\alpha^{3/2}. \quad (1)$$

Функція $N(x)$ спадає досить швидко на рис. 9, але такий вигляд вона має тільки для випадку колімованого пучка частинок. Колімація здійснюється шляхом проходження альфа-частинок через серію отворів. У випадку неколімованого пучка, залежність спадає $N(x)$ більш повільно, бо при колімації кількість частинок зменшується не декілька порядків. Екстраполяція спадаючої ділянки на вісь абсцис дає значення кількості частинок, яке дорівнює R_0 (рис. 9, крива а). У випадку пучка альфа-частинок, що розходить, збільшення відстані між радіоактивним препаратом та лічильником (тобто зменшення тілесного кута) призводить до того, що зменшується кількість частинок, що потрапила до детектору. Тому треба до результатів вимірів включити поправку на тілесний кут. Реєстрація випромінювання здійснюється, як правило, детектором з круглим вхідним вікном, радіус якого обмежений або його конструкцією, або радіусом та розташуванням діафрагми, яка знаходиться між ним та джерелом. Визначення поправки на тілесний кут ω проводиться розрахунком за геометричними розмірами приладу. Ця поправка вказана в таблиці 1, де h — відстань

між джерелом та лічильником, r — радіус віконця радіоактивного джерела, а r_0 — радіус віконця детектору:

Таблиця 3. Поправки на тілесний кут

h/r_0	r/r_0						
	0,0	0,25	0,50	0,75	1,0	1,25	1,50
0,0	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,320	0,227
0,1	0,450	0,449	0,445	0,428	0,419	0,286	0,213
0,2	0,402	0,400	0,392	0,364	0,345	0,253	0,187
0,4	0,314	0,312	0,300	0,264	0,240	0,197	0,159
0,5	0,276	0,273	0,262	0,330	0,206	0,175	0,145
0,6	0,246	0,242	0,229	0,190	0,181	0,158	0,133
0,8	0,188	0,185	0,176	0,155	0,143	0,127	0,112
1,0	0,146	0,145	0,138	0,122	0,115	0,102	0,0870
1,25	0,144	0,143	0,0985	0,0960	0,0874	0,0800	0,0635
1,5	0,0810	0,0809	0,0778	0,0750	0,0700	0,0647	0,0584
1,75	0,0645	0,0644	0,0627	0,0610	0,0568	0,0536	0,0492
2,0	0,0527	0,0525	0,0511	0,0501	0,0466	0,0468	0,0424
2,5	0,0354	0,0353	0,0348	0,0332	0,0326	0,0320	0,0302
3,0	0,0256	0,0255	0,0250	0,0242	0,0240	0,0238	0,0230
3,5	0,0197	0,0196	0,0190	0,0188	0,0186	0,0180	0,0174
4,0	0,0150	0,0149	0,0146	0,0145	0,0143	0,0142	0,0140
5,0	0,0098	0,0097	0,0097	0,0095	0,0095	0,0094	0,0092

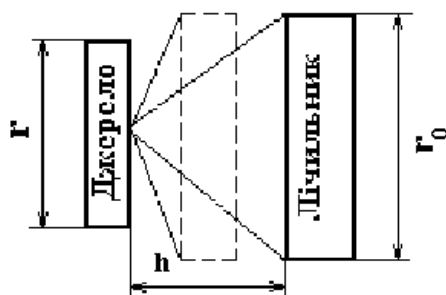


Рис. 10. Пояснення до введення поправки на тілесний кут

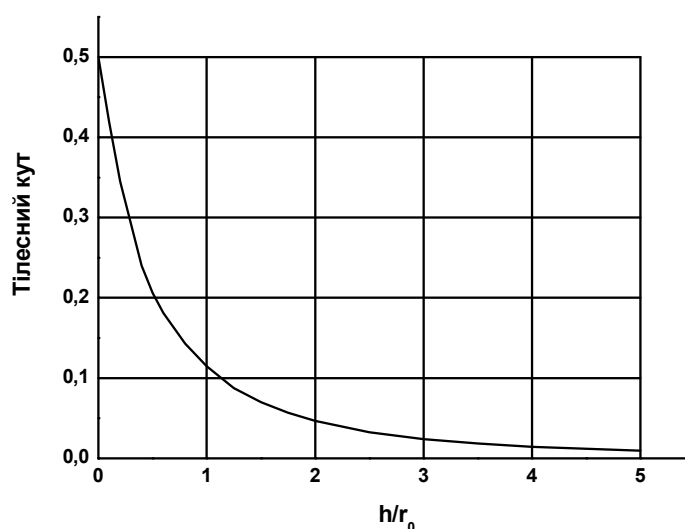


Рис. 11. Залежність поправки на тілесний кут ω від співвідношення h/r_0 для $r/r_0 = 1$

2. Опис вимірювальної установки

Установка складається з джерела альфа-частинок, торцевого лічильника Гейгера-Мюллера для альфа-частинок, мікрометричного гвинтового пристрою, що дозволяє змінювати відстань між джерелом та лічильником.

3. Порядок виконання роботи

Виміряти залежність кількості альфа-частинок, які реєструються лічильником за певний інтервал часу. Таймер поставити в положення 30 або 100 секунд і на протязі усієї роботи більше не змінювати. Якщо вибрати час менший, то потрібно буде зробити дуже багато вимірів. А якщо взяти для вимірів більший час, то при вже досягнутій точності вимірів буде витратись зайвий час. Найзручніший час кожного вимірювання 30 с.

Торцевий лічильник Гейгера-Мюллера має дуже малу ефективність рахунку космічного фону, а ефективність рахунку альфа-частинок наближається до 100 %. Тому величина фону є досить

малою порівняно з величиною імпульсів, що отримують при реєстрації альфа-частинок. В цьому необхідно переконатися експериментально в роботі. Впевнившись, що величиною фону при вимірах можна знехтувати, надалі виміри слід проводити тільки для альфа-частинок.

На різних відстанях джерело — лічильник (h) проводять виміри кількості частинок. Крок виміру становить 1 мм (= один оберт гвинта). Починати виміри з $h = 0$. В даній установці шкала зсунута на $h_0 = 0,44$ см. Цей конструктивний зазор на торцю лічильника зроблений для того, щоб при переміщенні гвинта не пошкодити слюдяне віконце. Тому при розрахунку до величини екстрапольованого пробігу треба додавати 0,44 см. На кожній з вибраних відстаней вимірюється інтенсивність альфа-частинок з точністю, яка задається викладачем.

Нема потреби зачиняти установку малого фону, тобто екранувати фон. Циліндричний корпус установки малого фону залишати на протязі всієї роботи відкритим.

Результати вимірів зручно занести до таблиці, врахувавши поправку на тілесний кут ω :

h, см	h + 0.44, см	ω	I/ω
0	0,44
0.1	0,54
0.2	0,64
...

Намалювати графік кількості зареєстрованих частинок як функцію відстані джерело — лічильник. З графіку знайти екстрапольований пробіг.

В цьому експерименті альфа-частинки вимушені рухатися в тонкому шарі слюди, але цей шар має велику густину та є ефективним поглиначем альфа-частинок. Це потрібно врахувати в кінцевому пробігу альфа-частинки. Формула перерахунку залежності енергії альфа-частинок від їх пробігу відома лише для повітря. Тому треба тонкий шар слюди перерахувати в еквівалентний

шар повітря за наступною формулою:

$$R_{0нов} = \frac{(\rho d)_{слюди}}{\rho_{нов}} \sqrt{\frac{A_{нов}}{A_{слюди}}}, \quad (2)$$

де $(\rho d)_{слюди} = 3 \text{ мг} / \text{см}^2$ – масова товщина віконця зі слюди;

$\rho_{нов}$ — густина повітря (при нормальних умовах вона дорівнює $0,00129 \text{ г} / \text{см}^3$);

$A_{нов}$ та $A_{вік}$ — ефективні атомні маси відповідно повітря (оскільки ефективна молекулярна маса повітря прийнята рівною 28,96, а молекули двохатомні, то $A_{нов} = 28,96:2 = 14,48$) та вікна лічильника ($A_{вік} = 19,1$).

При роботі з торцевим лічильником до відстані X_0 треба додати відстань $R_{0нов}$, яку би пролетіла альфа-частинка, якби на її шляху не було вікна лічильника з масовою товщиною $(\rho d)_{слюди}$. Хімічна формула слюди: $KAl_2[AlSi_3O_{10}][OH_2]$. Ця відстань обчислюється за формулою

Екстрапольований пробіг $R_{екстр}$ обчислюють як суму X_0 та $R_{0нов}$:

$$R_{екстр} = X_0 + R_{0нов} + 0.44 \text{ (см)}. \quad (6)$$

Тут X_0 — довжина, яка виміряна по лімбу мікрометра.

Використовуючи формулу (1) отримати значення енергії альфа-частинок E_α .

Перевірити це значення за графіком на рис. 12.

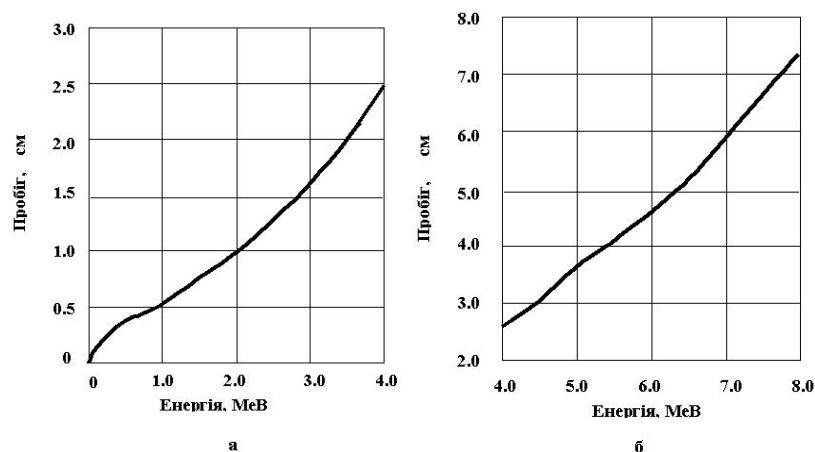


Рис. 12. Залежність пробігу від енергії альфа-частинки в повітрі (15 °С та 760 мм. рт. ст.):

а — для енергії $E = 0-4 \text{ MeV}$; б — для енергії $E = 4-8 \text{ MeV}$

Підготовка аудіозаписів

План.

1. Підготувати електронний текст доповіді у форматі Microsoft Office Word:
 - Сформулювати тему та мету доповіді.
 - Сформулювати план доповіді.
 - Оформити матеріал доповіді.
 - Сформулювати висновки.
2. Електронний текст не повинен перевищувати 1-2 друковані сторінки формату А4 Times New Roman Сур, розмір шрифту – 14 пт.
3. Створюючи аудіо запис необхідно дотримуватись наступних рекомендацій:
 - За часом, аудіо запис доцільно формувати не більше 5-7 хв.
 - Між основними поняттями, теоріями та положеннями доцільно зупинятись.
 - На основні терміни, слова у визначеннях доцільно робити наголос.
 - Інтонація не повинна бути монотонною.

Підготовка аудіовізуальних записів

План.

1. Підготувати електронний текст доповіді у форматі Microsoft Office Word:
 - Сформулювати тему та мету доповіді.
 - Сформулювати план доповіді.
 - Оформити матеріал доповіді.
 - Сформулювати висновки.
2. Електронний текст не повинен перевищувати 1-2 друковані сторінки формату А4 Times New Roman Cyr, розмір шрифту – 14 пт.
3. Кількість слайдів для аудіовізуальної презентації рекомендується від дев'яти до дванадцяти.
 - Перший слайд обов'язково має включати тему доповіді та прізвище доповідача. Також доцільно указати свій e-mail.
 - Другий слайд має висвітлити план доповіді.
 - Останній слайд має висвітлювати короткі висновки доповіді.
 - Доцільно використовувати шрифт не менше як 14 пт Times New Roman Cyr. Інтервал краще використовувати одинарний;
4. Створюючи візуальне оформлення презентації не слід використовувати яскравих кольорів (яскраво синій, зелений, червоний, чорний). Краще використовувати блідно-голубий, блідно-рожевий, блідно-салатовий.
5. За часом, аудіовізуальні записи доцільно формувати не більше 10 хв.
6. Між основними поняттями, теоріями та положеннями доцільно зупинятись.
7. На основні терміни, слова у визначеннях доцільно робити наголос.
8. Інтенація аудіосупроводження не повинна бути монотонною.

Створення відеоролику-презентації власної моделі\розробки

1. Підготувати електронний текст презентування власної моделі, розробки у форматі Microsoft Office Word:

- Сформулювати тему та мету моделі, розробки чи ін.
- Сформулювати план доповіді.
- Оформити матеріал доповіді.
- Сформулювати висновки.

3. Електронний текст не повинен перевищувати 1-2 друковані сторінки формату А4 Times New Roman Cyr, розмір шрифту – 14 пт.
4. Текст доповіді краще не читати під час запису а розповідати на пам'ять.
5. Відеозапис повинен продемонструвати всі основні елементи моделі, розробки чи ін.: принцип дії, принцип роботи, принцип керування.
6. Доцільно до відеозапису додати технологію створення власної розробки, моделі чи ін..
7. За часом, запис доцільно формувати не більше 10 хв.
8. Зображення має бути чітким і зрозумілим.
9. Аудіосупроводження не має бути монотонним, а повинно бути як і зображення чітким і зрозумілим.

Методичне видання

Бацуровська Ілона Вікторівна
Самойленко Олександр Миколайович

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ
ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ У ФАХОВІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ
ІНЖЕНЕРІВ АГРАРНОЇ ГАЛУЗІ

Підписано до друку 26.04.2012 р.

Формат 60x84 1/16

Ум. друк. арк. 14,88

Наклад 300 прим.