

2. Колосніченко М.В., Процик К.Л. Мода і одяг. Основи проектування та виробництва одягу. Київ: КНУТД, 2011. – 238 с.
3. Конструювання одягу з елементами САПР / Під ред. Е.Б. Кобляковой. Москва: Легпромбытиздат, 1988. – 464 с.

## **НАВЧАННЯ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ ОПТИМІЗАЦІЇ МІКРОКЛІМАТУ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ НА ОСНОВІ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

*Васильєва Р.Ю.  
м. Житомир*

***Анотація.** У статті порушується питання формування навичок енергозбереження та енергоефективності у студентів. Наведено приклад практичного застосування знань з фізики для покращення мікроклімату приміщень з урахуванням вимог енергоефективності та енергозбереження при вивченні питань виробничої безпеки.*

***Ключові слова:** енергоефективність, енергозбереження, мікроклімат виробничих приміщень, параметри мікроклімату приміщень.*

Україна на сьогоднішній день споживає близько 60-70% імпортованих енергоресурсів. Показник споживання газу в Україні в декілька разів перевищує середньоєвропейський. Це суттєво впливає на економічне та екологічне становище країни та робить її однією з енергозалежних країн Європи, що загрожує національним інтересам та національній безпеці. Тому вирішення питань енергозбереження та енергоефективності є одним з першочергових в умовах енергетичної кризи в країні. У зв'язку із цим, змінюються основні тенденції й завдання вищої освіти на етапі розвитку вузівської підготовки фахівців. Це виражається в посиленні їх загальнонаукової й професійної підготовки, сприянні зв'язку освіти, науки й виробництва, що забезпечує сталий розвиток суспільства та формування культури безпечної поведінки, зокрема в професійній сфері [1]. Оновлення змісту підготовки вчителя фізики повинно ґрунтуватись на досягненнях сучасної науки та світових тенденцій, щодо збереження середовища життя і діяльності. При цьому слід враховувати необхідність створення безпечних та комфортних умов праці, що значним чином впливають на працездатність і відповідно на якість результатів праці.

Підвищення компетентності майбутнього педагога у галузі охорони праці, збереження працездатності, життя та здоров'я розглядали О. Бабяк, Я. Бедрій, В. Заплатинський, В. Петренко, І. Поташнюк, С. Сливко та ін. Питання культури безпеки праці та культури охорони праці висвітлені у наукових роботах Г. Гогіташвілі, О. Горностаї, Є. Желібо, В. Лапін, І. Сагайдак, О. Тереверко, О. Третьяков та ін.

Мета роботи. У нашому дослідженні висвітлено досвід навчання майбутніх учителів фізики проблемам енергозбереження в процесі викладання фахових дисциплін на прикладі оптимізації мікроклімату виробничих приміщень.

Метеорологічні умови виробничих приміщень (робочої зони) визначаються сукупністю параметрів – температури ( $t$ , °C), відносної вологості ( $\varphi$ , %), швидкості руху повітря ( $V$ , м/с), атмосферного тиску ( $P$ , мм. рт. ст.), інтенсивності теплового випромінювання ( $E$ , Вт/м<sup>2</sup>). Сукупність цих величин, характерних для конкретних виробничих умов, називається мікрокліматом.

Параметри, що визначають метеорологічні умови на кожному робочому місці, як окремо, так і в різних сполученнях, впливають на функціональну діяльність людини, її

самопочуття, здоров'я і є одними з найважливіших показників санітарно-гігієнічних умов праці. Так, збільшення швидкості руху повітря зменшує несприятливий вплив високих але збільшує вплив низьких температур. Збільшення відносної вологості повітря вище нормативних значень збільшує негативну дію як зниженої, так і підвищеної температури. Таким чином, сполучення різних значень параметрів мікроклімату робочої зони створює ряд метеорологічних умов, що по-різному позначаються на фізіологічних процесах протікання життєвих функцій організму людини [3]. Зокрема, температура приміщення значною мірою впливає на терморегуляцію організму людини.

Процес терморегуляції - здійснює баланс між виробництвом тепла в організмі й витратою теплової енергії на роботу й життєдіяльність, тим самим забезпечуючи підтримку постійної температури тіла людини незалежно від зовнішніх метеорологічних умов і важкості виконуваної роботи.

Забезпечення комфортних температурних умов, особливо в зимовий період, потребує не тільки значних фінансових витрат, а і значного використання енергоресурсів, що безумовно впливає на екологічне середовище. При вивченні майбутніми вчителями фізики курсу «Основи охорони праці та безпека життєдіяльності» значна увага приділяється проблемам енергоефективності та економічного ефекту від запровадження відповідних заходів.

Енергоефективність означає раціональне використання енергетичних ресурсів, досягнення економічно доцільної ефективності використання існуючих паливно-енергетичних ресурсів при дійсному рівні розвитку техніки та технології та дотриманні вимог щодо збереження довкілля. Досвід багатьох країн показує, що лише комплексна термомодернізація здатна кардинально вплинути на скорочення споживання енергоресурсів. Оскільки питання енергоефективності надзвичайно важливе для енергетичного сектору, Україна започаткувала динамічну та інтенсивну співпрацю з ЄС із метою поліпшення енергетичної безпеки. Європейські експерти допомагають наблизити українське законодавство до норм ЄС, надаючи стратегічну підтримку та консультації щодо встановлення мінімальних вимог до енергоефективності будівель. Одним із шляхів збереження теплових ресурсів є теплова ізоляція будівель.

Для визначення ефективності енергозбереження необхідно провести розрахунки теплоенергетичних характеристик огорожувальних конструкцій та будівлі в цілому до та після проведення заходів щодо поліпшення теплової ізоляції. Точні розрахунки є достатньо складною задачею, яка вимагає додаткових професійних інженерних знань із теплоенергетики, конструктивних особливостей самої будівлі. Інколи можуть застосовуватися альтернативні методики. Однак в багатьох випадках для прийняття рішення про необхідність проведення робіт достатньо наближених розрахунків.

Студентам пропонується методика наближених розрахунків ефективності термомодернізації на прикладі шкільних приміщень.

Розрахунок здійснюється за наступною схемою:

I. Розрахунок теплових втрат будівлі до проведення робіт з енергозбереження

1. Розрахунок теплових втрат через вікна.
2. Розрахунок теплових втрат через зовнішні стіни.
3. Розрахунок теплових втрат через підлогу.
4. Розрахунок теплових втрат через дах.
5. Теплові втрати через двері.
6. Розрахунок теплових втрат на інфільтрацію.
7. Загальні теплові втрати.

II. Розрахунок теплових утрат будівлі після проведення робіт з енергозбереження.

III. Розрахунок місячних витрат на оплату тепла до та після процедури

утеплення будівлі та очікувана економія.

Приміщення будівель ізольовані від зовнішнього середовища будівельними конструкціями, які називають огорожувальними конструкціями. Розрізняють огорожувальні конструкції вертикальні (наприклад, стіни, вікна, двері) і горизонтальні (покриття, дахи). Огорожувальні конструкції захищають будинок (споруду) від дії зовнішніх факторів – вологи, вітру, шуму, температурного впливу, забезпечують звукоізоляцію й теплоізоляцію приміщень. Для характеристики здатності конструкції передавати тепло розглядають коефіцієнт теплопровідності матеріалу.

*Коефіцієнт теплопровідності  $\lambda$*  – це фізична величина, що чисельно дорівнює кількості теплоти, яка передається нормально до поверхні площею  $1 \text{ м}^2$ , товщиною  $1 \text{ м}$  за час  $1 \text{ с}$  за умови різниці температур на внутрішній та зовнішній поверхнях в  $1^\circ\text{C}$ . Одиниця виміру  $[\lambda]=1 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})=1 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$  (варто зазначити, що хоча одиницею вимірювання температури в СІ є  $1 \text{ К}$ , різниця температур за шкалою Кельвина та Цельсія однакова, тому допускається використання температур в  $^\circ\text{C}$ ). Коефіцієнт теплопровідності матеріалів визначають у сухому та зволоженому стані на підставі експериментальних випробувань. Для спрощення розрахунків у подальшому будемо використовувати коефіцієнт теплопровідності матеріалів у сухому стані.

*Тепловий потік  $q$*  – це фізична величина, що чисельно дорівнює кількості теплоти, яка передається нормально до поверхні площею  $1 \text{ м}^2$  за час  $1 \text{ с}$ . Одиниця виміру  $[q]=1 \text{ Вт}/\text{м}^2$ .

При незмінному стаціонарному тепловому потоці його величину визначають за рівнянням Фур'є для теплопровідності:  $q = -\lambda \frac{dt}{dx}$ ,

де  $\frac{dt}{dx}$  – градієнт температури ( $dt$  – зміна температури між двома точками на прямій, перпендикулярній до поверхні, що знаходяться на нескінченно малій відстані  $dx$  одна від одної).

Кількість теплоти  $Q$ , що проходить нормально через поверхню шару деякого матеріалу площею  $S$  товщиною  $\delta$  за час  $\tau$  визначають як:  $Q = qS\tau$ ,  $Q = \lambda \frac{t_g - t_3}{\delta} S\tau$ ,

де  $t_g$  та  $t_3$  – значення температур на внутрішній та зовнішній поверхнях відповідно,  $^\circ\text{C}$ .

Питомий тепловий опір  $R$  – це фізична величина, що чисельно дорівнює різниці температур на поверхнях плоскої шару деякого матеріалу, необхідна для створення теплового потоку  $1 \text{ Вт}/\text{м}^2$ , перпендикулярного поверхні. Одиниця виміру  $[R]=1 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}=1 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$ . Питомий тепловий опір можна визначити як:  $R = \frac{\delta}{\lambda}$ . Тоді

кількість теплоти  $Q$ , що проходить нормально через поверхню огорожувальної конструкції площею  $S$  за час  $\tau$ , визначають як:  $Q = \frac{1}{R} (t_g - t_3) S\tau$ .

У випадку використання багат шарової огорожувальної конструкції користуються цим же співвідношенням, але окремо розраховують опір теплопередачі кожної конструкції.

Опір теплопередачі термічно однорідної непрозорої огорожувальної

конструкції розраховується за формулою:  $R = \frac{1}{\alpha_g} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3}$ ,

де  $\alpha_6, \alpha_3$  – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $\lambda_i$  – коефіцієнт теплопровідності матеріалу  $i$ -го шару конструкції,  $\delta_i$  – його товщина.

Для збільшення приведенного опору теплопередачі термічно однорідної непрозорої огорожувальної конструкції здійснюють утеплення – добавляють один (або декілька) шарів матеріалу утеплювача з малим коефіцієнтом теплопровідності. Найбільш поширеним є використання пінополістиролу (побутова назва – пінопласт) та мінеральної вати. Оскільки пінополістирол характеризується високою горючістю, його не використовують для утеплення громадських будівель [4]. Якщо відомий опір теплопередачі термічно однорідної непрозорої  $R$  до утеплення, то після використання утеплювача опір теплопередачі буде дорівнювати:  $R_{np}' = R_{np} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}}$ ,

де  $\lambda_{ym}$  – коефіцієнт теплопровідності матеріалу утеплювача  $\delta_{ym}$  – його товщина.

У якості непрозорої огорожувальної конструкції за вищевказаною схемою можна розглядати стіни, дах та підлогу першого поверху, якщо відсутній їх безпосередній контакт з ґрунтом. Під час розрахунку середньомісячних втрат тепла в якості зовнішньої температури  $t_3$  для стін та даху береться середньомісячна температура в місці знаходження будівлі. Для підлоги першого поверху береться  $t_3 = 5^\circ\text{C}$ .

Якщо підлога розташована безпосередньо на ґрунті, то вона розбивається на чотири зони. Перші три зони мають ширину 2 м і їх границі паралельні зовнішнім стінкам будівлі, четверта зона – частина площі, що залишилася. Приведений опір теплопередачі підлоги дорівнює:  $R = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \sum_{j=1}^4 R_{cj} \frac{S_j}{S}$ ,

де  $S_j$  – площа відповідної зони,  $S$  – загальна площа підлоги.

Розрахунок наведеного опору теплопередачі прозорої конструкції (усередненого по всій поверхні) є значно складнішим, оскільки він залежить від багатьох факторів: кількості склопакетів, типу та товщини використаного скла, товщини кожного склопакета, наповнювача склопакета (повітря, аргон, криптон), будови непрозорої частини та частки площі конструкції, що припадає на неї. Тому, як правило, використовують готові значення наведеного опору теплопередачі різних прозорої конструкцій. Також можна використовувати дані, які надають виробники таких конструкцій. Для збільшення приведенного опору теплопередачі прозорої конструкції потрібно використовувати двокамерні склопакети, заповнені інертним газом, з енергоефективним склом, яке відбиває інфрачервоні промені. Однак це збільшує ціну конструкції.

Значна частина теплових втрат будівлі пов'язана з інфільтрацією. *Інфільтрація* – це надходження зовнішнього повітря крізь нещільності зовнішніх огорожувальних конструкцій під впливом гравітаційного та вітрового тиску, що забезпечує природний повітрообмін у приміщенні. Зовнішнє повітря, що потрапляє в приміщення необхідно нагрівати й витратити на це тепло [2].

На перший погляд використання сучасних матеріалів та конструкцій дозволяє істотно зменшити втрати тепла за рахунок інфільтрації. Однак це твердження є хибним, оскільки існують граничні норми надходження повітря в приміщення, необхідні для нормального функціонування людини. Так для класних приміщень, навчальних

кабінетів та лабораторій загальноосвітніх шкіл мінімальний об'єм повітря на одного учня, яке повинно надходити за 1 годину в приміщення, становить  $V_0=16 \text{ м}^3$ . Загальний об'єм інфільтрованого повітря, яке повинне надходити за 1 годину до будівлі, у якій знаходиться  $N_{уч}$  учнів, буде дорівнювати:  $V_{in} = N_{уч} \cdot V_0$ ,

Теплові втрати, пов'язані з інфільтрацією, становлять:

$$Q_{in} = 0,278 \cdot c_n \cdot V_{in} \cdot \rho_n \cdot (t_6 - t_3) \cdot \tau \cdot \eta,$$

де  $c_n=1000 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$  – питома теплоємність повітря;  $\rho_n=1,29 \text{ кг}/\text{м}^3$  – густина повітря;  $\tau$  – час у годинах;  $\eta$  – коефіцієнт обліку впливу зустрічного теплового потоку в огорожувальних конструкціях (береться рівним 0,7 для стиків панелей стін, а також багатостулкових вікон, 0,8 – для двостулкових вікон і балконних дверей, 1,0 – для одностулкових вікон і балконних дверей; при цьому коефіцієнт  $\eta$  приймається за найбільшим значенням єдиним для всього будинку) [2].

Отже, при підготовці вчителів фізики освітня діяльність спрямована на впровадження ідей, принципів та цінностей сталого розвитку у навчання та виховання, формування культури ошадливого та відповідального відношення до природного та соціального оточення. Вона повинна не тільки надавати наукові та технічні знання, а й забезпечувати відповідну мотивацію. Розв'язування подібних задач сприяє не тільки поглибленню професійних навичок студентів, а і підвищує їх рівень знань щодо енергоефективності та енергозбереження з урахуванням професійного спрямування.

#### Список використаної літератури

1. Васильєва Р.Ю. Підготовка майбутніх учителів фізико-математичних спеціальностей до безпеки професійної діяльності / Р.Ю. Васильєва // Науковий вісник Миколаївського національного університету імені В.О. Сухомлинського. – Миколаїв, 2017. – №4(59). – С.120–124.
2. Основи охорони праці: теорія і практика: Навчальний посібник. / Васильєва Р. Ю., Степанчиков Д. А., Семенець Л. М. – Житомир: Вид-во ФОП О.О. Євенок, 2018. – 180 с.
3. Серіков Я. О. Основи охорони праці: Навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти. – Харків, ХНАМГ, 2007. – 227с.
4. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31-2016. – [Чинний від 2016-06-08]. – К.: Мінрегіон України, 2016. – 33 с.

### БЕЗПЕЧНІ УМОВИ ПРАЦІ – ЗАПОРУКА ЗБЕРЕЖЕННЯ ЗДОРОВ'Я І ЖИТТЯ ПРАЦІВНИКА

*Дрожжана О.У.  
м. Полтава*

Однією з найважливіших умов, що забезпечує стабільну та безпечну трудову діяльність, є охорона праці. Праця як спільна діяльність здійснюється в економічних інтересах роботодавця та під його керівництвом, тобто роботодавець використовує працю найманих осіб. Виходячи з цього виникає необхідність захистити працівника від надмірної експлуатації з боку роботодавця та зобов'язати останнього створити безпечні умови праці. Працівник, у свою чергу, в процесі трудової діяльності повинен виконувати вимоги безпечної роботи та встановлені правила поведінки.

За умов становлення ринкових відносин у державі, переходу від адміністративно-командних методів управління суспільними відносинами у сфері застосування праці до ринкових, плюралізму форм власності на засоби виробництва,