



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ

**Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка**

**Навчально-науковий інститут енергетики
та комп'ютерних технологій**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторної роботи з навчальної дисципліни

«ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ ТА ЕЛЕКТРООСВІТЛЕННЯ»

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТА СВІЛОТЕХНІЧНИХ
ПАРАМЕТРІВ ДЖЕРЕЛ ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЕННЯ**

Затверджено
на засіданні кафедри «Інтегровані
електротехнології та процеси»
Протокол № 11 від 31.08.2017 р.

Затверджено
на засіданні Методичної ради
навчально-наукового інституту
енергетики та комп'ютерних
технологій
Протокол № 1 від 5.09.2017 р.

Харків 2017

6Ф 6.5
Ж 91
ББК-62-52 (075)

Автори укладачі: Кунденко М. П., проф., д.т.н., завідувач кафедри ІЕТП; Єгорова О. Ю., к.т.н., доцент (Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка).

Під редакцією: Кунденко М. П., проф., д.т.н., завідувач кафедри ІЕТП (Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка).

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТА СВІЛОТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ
ДЖЕРЕЛ ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЕННЯ: методичні вказівки до
лабораторної роботи з дисципліни «ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ ТА
ЕЛЕКТРООСВІТЛЕННЯ» / Кунденко М. П., Єгорова О. Ю. - Х.: ХНТУСГ ім.
Петра Василенка, 2017. – 19 с.

Рецензенти:

Єгоров Олексій Борисович, к.т.н., доцент Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка (м. Харків).

Методичні вказівки призначені для виконання лабораторної роботи: Дослідження електричних та світлотехнічних параметрів джерел інфрачервоного випромінення, мета якої вивчення основних особливостей конструкції та електротехнічних параметрів джерел інфрачервоного випромінення та їх дослідження..

© Кунденко М. П., Єгорова О. Ю.
© Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТА СВІЛОТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЖЕРЕЛ ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЕННЯ

5.1. МЕТА РОБОТИ

Вивчення основних особливостей конструкції та електротехнічних параметрів джерел інфрачервоного випромінення та їх дослідження.

5.2. ПРОГРАМА ДОСЛІДЖЕННЯ

5.2.1. Загальне знайомство з конструкцією і принципом роботи джерел інфрачервоного (ІЧ) випромінення.

5.2.2. Знайомство з приладами для вимірювання потоку променевої енергії

5.2.3. Дослідження енергетичного опромінення ділянки поверхні у залежності від висоти підвісу в повздовжній площині ІЧ лампи.

5.2.4. Визначити силу випромінювання ІЧ лампи в залежності від кутів нахилу випромінювача.

5.2.5. Визначити температуру нитки розжарювання та довжину хвилі оптичного випромінення, при якій крива Віна має максимум, для номінального режиму дослідної лампи.

5.2.6. Дослідження впливу напруги живлення від номінального значення на змінення енергетичного опромінення, створеного ІЧ лампою у дослідних місцях поверхні.

5.3. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Інфрачервоне випромінення займає досить велику частину оптичного спектру електромагнітних коливань. З одного боку воно примикає до довгохвильової (червоної) частини видимого спектру. Так короткохвильова межа спектру ІЧ випромінення у якійсь мірі умовна і визначається завдяки властивості людського ока, яке перестає помічати випромінення з довжиною хвилі більш 0,7...0,8 мкм, приблизно прийняти 0,78 мкм. З другого боку його довгохвильова частина – зникається з радіоколиваннями міліметрового діапазону і його межа умовно відноситься до довжини хвилі близько $\lambda = 1000 \text{ мкм} (10^6 \text{ Нм})$

По фізичним діям ІЧ випромінення прийнято ділити на три умовні області спектру:

ІЧ частини А 0,78...1,4 мкм

ІЧ частини В 1,4 ... 3,0 мкм

ІЧ частини С 3,0 ... $1 \cdot 10^3$ мкм

Використання ІЧ – випромінення у сільському господарстві у більшості випадків пов'язано з його тепловою дією. Тоб-то за його допомогою обігрівають молодняк тварин і птиці, проводять лікування (завдяки глибокому проникненню випромінення у тканини), сушать сільгосппродукти та лакофарбовані поверхні, пастеризують молоко та інше.

Ефективність ІЧ – нагріву у значній мірі залежить від конструктивного і радіоційного вибору опромінювача.

По спектральному складу ІЧ – випромінювачі ділять на “світлі” і “темні”. “Світлі” – мають температуру тіла випромінення вище 1000°C , це насамперед лампи розжарювання загального призначення, дзеркальні лампи розжарювання, кварцеві галогенні лампи.

При використанні ламп розжарювання загального призначення треба мати на увазі, те що вони мають невеликий строк служби (750...2000 год) і при опроміненні тварин та птиці вони викликають їх роздратування, маючи велику частину випромінення у видимий області спектру.

Спеціальні дзеркальні лампи – термовипромінювачі широко застосовуються як ефективні джерела ІЧ – випромінення. Конструкція і принцип дії їх аналогічні як у лампи розжарювання. Відрізняються лише формою колби і пониженою температурою тіла розжарювання. Причому, частина внутрішньої поверхні колби має алюмінієве покриття з коефіцієнтом відбивання ІЧ – випромінення близько 0,9. Форма колби з відбиваючим покриттям визначає характер розподілу випромінення лампи у просторі.

Тіло розжарювання ІЧ – лампи розраховано на меншу, ніж у загальної освітлювальної лампи температуру (2270...2770 К) з метою збільшення долі ІЧ – випромінення у загальному потоку лампи і зменшення видимого випромінення.

Максимум спектральної густини випромінення ІЧ – ламп. Згідно з положенням закону Віна, знаходяться у довгохвильовій області (1,0...1.4 мкм):

$$T \cdot \lambda_{\max} = 2896 \text{ мкм.град} \quad (5.1)$$

де: λ_{\max} - довжина хвилі максимального випромінення джерела, мкм

T - температура тіла накалу. К

Температура нитки накалу лампи у гарячому стані визначають:

$$T = \frac{R_T - R_o}{\alpha R_o} - T_o \quad (5.2)$$

де R_T - опір нитки розжарювання у гарячому стані, Ом

R_o - опір нитки розжарювання у холодному стані, Ом

α - температурний коефіцієнт електричного опору, K^{-1} (для вольфаму $\alpha_W = 0,005 K^{-1}$);

T_0 - абсолютна температура нитки розжарювання у холодному стані, К ($T_0 = 293 K$)

У таблиці 5.1 наведені значення R_0 найбільш поширених джерел ІЧ – випромінення.

Таблиця 5.1. Опір нитки розжарювання при температурі 293 К

Тип лампи	ИКЗК 220 - 500	ИКЗК 220 – 250
$R_{0293}, \text{ Ом}$	8,44	14,95

Опір нитки розжарювання у гарячому стані, визначають як:

$$R_T = \frac{U_L}{I_L}, \quad (5.3)$$

де: U_L - напруга на лампі, В; I_L - струм лампи, А.

Лампи термовипромінювання типу ИКЗК мають колбу з червоного скла, які мають максимум випромінення у ІЧ – області спектру. Дані по найбільш поширеним світлим джерелам ІЧ-випромінення країн Східної Європи наведені у таблиці 5.2.

Вагомий недолік ламп виготовлених із звичайного скла досить низька термостійкість. Більш надійні у цьому кварцеві лампи, виготовлені на базі кварцевої трубки, у якій розміщена вольфрамова спіраль.

Кварцеві галогенні ІЧ – лампи марки КИ, КГ, КГО та інші, мають велику потужність (500...4500 Вт) з досить довгим строком служби (близько 5000 годин). Основна частина випромінення знаходиться у діапазоні 0,77...3,0 мкм.

Основні недоліки “світлик” джерел ІЧ – випромінення: низький строк служби, низька міцність зовнішньої колби, висока пожежонебезпека. “Темні” джерела ІЧ- випромінення працюють на довжині хвилі більше 3 мкм. Вони як правило виготовляються у вигляді спіралі з жаростійкого сплаву (ніхром та інші) на керамічних стержнях, а також у герметичних трубках з хромонікелевої сталі, заповненої піском. Температура поверхні такої трубки досягає 700⁰С.

Відкриті спіралі працюють майже 500...1000 годин, внаслідок інтенсивного окислення на повітрі. Захищена спіраль (ТЕН) працює без доступу повітря і тому має кращу тепловіддачу і строк служби (800 годин).

Для виготовлення ІЧ-джерел випромінювання у реальних умовах треба мати арматуру, яка б могла захистити джерело від механічного пошкодження і впливу води, а також сконцентрувати у потрібному напрямку променевий потік.

Опромінювачі з різноманітними ІЧ-лампами широко використовуються у тваринництві і птахівництві для локального (місцевого) обігріву молодняка. Опромінювачі з “світлими” джерелами розроблені на базі освітлювачів типу “Астра –12”. Так, опромінювач типу ССПОІ-250 використовує лампу ИКЗК 220-250. Він складається з пластмасового корпусу і емальового відбивача, патрона типу Е27. Відбивач покритий сілікатною емаллю, яка захищає від забруднення, знизу має захисну сітку.

Опромінювачі рефлекторного типу-типа ОРИ аналогічні по конструкції і мають конусний корпус з листової сталі, де розташовано патрон типу Е40 як правило вони виготовляються з лампою типу ИКЗ 220-500.

Таблиця 5.2. Основні параметри “світлових” ІЧ-джерел випромінення країн Східної Європи

Країна, завод, фірма виготовлення	Умовне позначення джерела	Електричні параметри		Габаритні розміри, мм		Строк служби, години	Кількість тіл розжар. Шт.	Довжина хвилі мкм	Тип патрона
		Потужність, Вт	Напруга, А	Діаметр	Довжина				
Росія Калашніковський електроламповий завод	ИКЗ-127-500-1	500	127	130	195	4000	1	1,1	E27
	ИКЗК 127-500	250	127	130	185	6000	1		E27
	ИКЗ – 127-500	500	127	180	267	6000	1		E40
	ИКЗ-220-250	250	220	130	185	6000			E27
	ИКЗ-220-500-1	500	220	130	195	4000			E27
Польща Фабрика ламп розжарювання		125	220	120	187	6000	1	1,2	E27
		250				5000			
		375	160	235	5000	1	1,2	E40	
		500			2000				

Продовження таблиці 5.2.

Німецька Фабрика електропобутових приладів	125								
	150	110	220	125	5000	1	1,2	E27	
	250			185					
	500	110	220	170					
Угорщина	150	110							
	250	120	125	195	5000	1	1,2	E27	
	375	220							
	500	230							

Опромінювач ветеринарний типу ОВИ-1 виготовляється з лампою типу ИКЗ 220-500-1. Він має герметичне виконання. Серійно виготовлявся опромінювач “Латвіко” з лампою типу КИ-220-1000.

У таблиці 5.3. наведені основні технічні параметри ІЧ-опромінювачів які серійно випускались на території СНД. З розпадом Союзу СРСР на Україні не залишилось заводів – виготовачів ІЧ-джерел.

З 1994 року на Полтавському заводі розпочалось випуск “темних” ІЧ-випромінювачів для сільськогосподарського виробництва.

Таблиця 5.3. Основні технічні параметри найбільш поширених серійно виготовляємих у країнах СНД- опромінювачів

Тип	Потужність, Вт	Напруга, В	Габаритні розміри, мм	Вага, кг
ОРИ-1	500	220	340x245	1,5
ОРИ-2	375	220	405x275	2,0
ССАОІ-250	250	220	330x390	2,4
ОЭИ-500	2x250	220	470x250x400	4,0
ОВИ-1	500	220	320x185	1,5
“Латвіко”	2x500	220	400x250x220	2,5

5.4. МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ

5.4.1. Для ознайомлення з конструкцією і роботою джерел ІЧ- випромінення по п.5.2.1. використовувати літературу [1] с.19, 68...71.

5.4.2. Для ознайомлення з приладами для вимірювання потоку променевої енергії по п.5.2.2. використовувати літературу [1] с.54-56.

5.4.3. Для виконання роботи по п.5.2.3. вивчають лабораторну установку, дивись рис.5.1., зкласти таблицю використаних приладів і обладнання.

Перед початком роботи провести градуїровку приладу для вимірювання енергетичного опромінення E_e . Для чого ІЧ- лампу – ІКЗК 220-250 встановлюють на висоті 0,5м від поверхні термостовпчика, який розташований на опромінювальній поверхні. Приймальний елемент термостовпчика треба встановити під лампою і при номінальній напрузі (220В). Записують показники мікроамперметра.

Ціна однієї поділки мікроамперметра у одиницях енергетичного опромінення ($Вт.м^{-2}$) визначаємо як:

$$K_e = \frac{E_{e0,5}}{N_{под}} \quad (5.4)$$

де: K_e - ціна однієї поділки мікроамперметра, $Вт.м^{-2}$;

$E_{e0,5}$ - опромінення яке складається лампою розтошованною на 0,5м,
 $Вт.м^{-2}$

$N_{под}$ - кількість поділки мікроамперметру.

Для лампи ИКЗК 220-250, $E_{e0,5} = 560 Вт.м^{-2}$. При дослідженні лампи ИКЗ 220-500 градуіровку проводять аналогічно, маючи на увазі, що лампу встановлюють на висоті 1,0м, а $E_{e1} = 220 Вт.м^{-2}$.

При вимірюванні енергетичного опромінювання термостовпчик з'єднують з мікроамперметром, встановлюють на декілька хвилин у дослідному місці поверхні, щоб уникнути нагріву корпусу прилада і підвищити точність виміру.

По закінченню градуіровки вимірювального приладу, встановлюють на висоту 1,0м від опромінювальної поверхні. Встановивши номінальну напругу на лампі і зняти значення енергетичного опромінення E_e під лампою і на відстані 0,5м від вертикальної осі лампи з кроком 1,0м у обидві дві сторони.

Отримані дані записують у таблицю 5.4. Аналогічні виміри проводимо при висоті 0,4; 0,6; 0,8м. По отриманим даним будуємо графіки залежності опромінення від відстані вертикальної осі для кожної висоти підвісу $E_e = f(l)$.

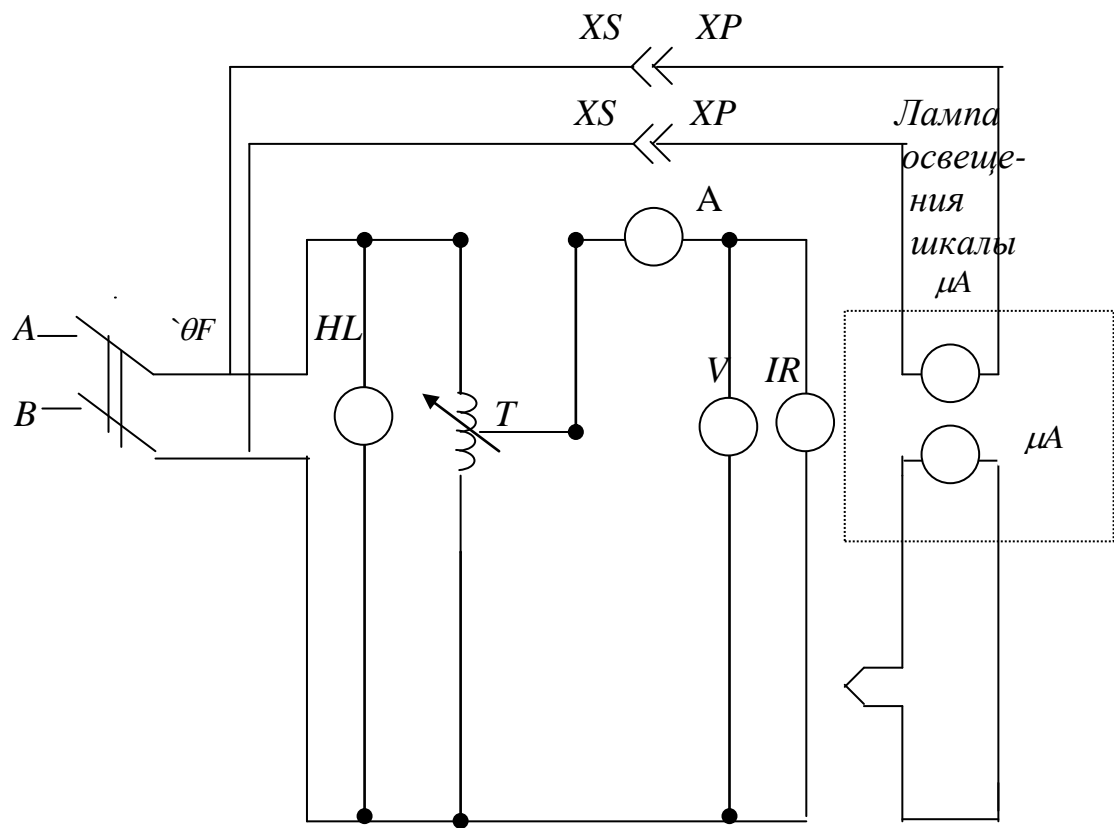


Рис.5.1. Принципова електрична схема експериментальної установки

Таблицю 5.4. Енергетичне опромінення у залежності від висоти та відстані

від вертикальної осі лампи.

$U_m = \text{---} B$

Тип лампи _____

Висота підвісу, м	Показники	Ліворуч					Праворуч					
		0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
1,0	$I_T, \text{мкА}$											
	$E_e, \text{Вт.м}^{-2}$											
0,8	$I_T, \text{мкА}$											
	$E_e, \text{Вт.м}^{-2}$											
0,6	$I_T, \text{мкА}$											
	$E_e, \text{Вт.м}^{-2}$											
0,4	$I_T, \text{мкА}$											
	$E_e, \text{Вт.м}^{-2}$											

5.4.4. Для визначення залежності сили випромінювання ІЧ- лампи від кута нахилу лампи, лампу встановлюють на висоту 1,0м від опромінювальної поверхні і змінюють кут нахилу лампи (α) у діапазоні 0..90° від вертикальної осі з кроком 10°, замірюючи енергетичне опромінення. Силу випромінювання визначають як:

$$I_e = \frac{E_e h^2}{\cos^3 \alpha} \quad (5.5)$$

де : I_e - сила випромінювання, Вт.ср^{-1} ; h - висота підвісу лампи, м;

α - кут нахилу відносно вертикальної осі; E_e - енергетичне опромінення, Вт.м^{-2} .

Експериментальні і розрахункові дані заносимо до таблиці 5.5, по даним якою будують графік залежності $I_e = f(\alpha)$.

Таблиця 5.5. Сила випромінення лампи типу _____ від кута нахилу.

$$U_c = \text{---} \text{ В}$$

$$h = \text{---} \text{ м}$$

Найменування показників	Кут нахилу лампи, град									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Струм термостовпчика $I_N, \text{діл.пр.}$										
Опромінненість $E_e, \text{Вт.м}^{-2}$										
Сила опромінення $I_e, \text{Вт.ср}^{-1}$										

5.4.5. Для визначення температури тіла розжарювання ІЧ –лампи і довжини хвилі випромінювання, при яких крива Віна буде мати максимум, встановлюють на лампі номінальну напругу і визначають струм лампи. По формулі 5.3. визначають опір R_T нитки розжарювання у гарячому стані, а потім по формулі 5.2 знаходять температуру T . Після чого, по формулі 5.1. визначають довжину хвилі λ_{max} , яка і відповідає максимуму кривій спектральної гущини потоку випромінення лампи, мкм.

5.4.6. Залежність енергетичного опромінення лампи при зміні напруги живлення, знімають у діапазоні $0,54 \dots 1,05 V_M$. Висота підвісу лампи $h = 1 \text{ м} = \text{const}$. Лампа підвішена вертикально, кут $\alpha = 0 = \text{const}$. Напруга живлення лампи U_n джерела. Отримані данні зводять у таблицю 5.6 на основі яких дані будують графік залежності $I_e = f(U_M)$.

Таблиця 5.6. Енергетичні показники лампи типу _____

при змінній напруги живлення.

$h = \text{_____} м$ $\alpha = 0$

Показники	Напруга живлення, В									
	120	130	140	150	180	190	200	210	220	230
Струм лампи $I_d, \text{дл.пр.}$										
Струм термостовпчика $I_T, \text{дел.пр}$										
Опроміненність $E_e, \text{Вт.м}^{-2}$										
Сила опромінення $I_e, \text{Вт.ср}^{-1}$										

$$I_e = f(U_M)$$

5.5.ЗМІСТ ЗВІТУ ПО РОБОТІ

Зміст який готують до захисту лабораторної роботи повинен мати слідуючі основні положення:

- мета роботи;
- програма дослідження;
- коротка характеристика джерел ІЧ- випромінення які знаходяться у лабораторії для загального знайомства;
- принципова схема лабораторної установки;
- перелік основних технічних характеристик вимірювальних приладів і апаратів, які використовуються при виконанні роботи;
- перелік основних розрахункових формул;
- заповнені таблиці 5.4...5.6.
- комплект графіків (дивись методику виконання роботи) обов'язково з аналізом отриманих залежностей;
- короткі загальні висновки по роботі.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Пояснити основні особливості конструкції ІЧ- лампи розжарювання.
2. Перелічити основні вимоги до експлуатації ІЧ-ламп розжарювання.
3. Яка робоча температура нитки розжарювання ІЧ-лампи, з чим це пов'язано?
4. За рахунок яких заходів можливо збільшити загальний строк служби ІЧ-ламп?
5. З якою метою внутрішня поверхня ІЧ-ламп дзеркалізується?
6. Для чого у ІЧ-лампах використовуються фільтри, якого кольору вони бувають і чому?
7. Перелічити основні типи джерел ІЧ-випромінення, які широко використовуються у сільському господарстві і для чого?

8. Перелічити особливості конструкції і основні параметри “темних” джерел ІЧ-випромінення.
9. Назвати основні вимірювальні прилади ІЧ-випромінення.
10. Назвати одиниці виміру ІЧ-випромінення які використовуються при оцінці його дії.
11. Чи можливо замінити опромінювач у будь якому технологічному процесі чисто механічно не враховуючи яке джерело випромінення використовувалось “темне” чи “світле”. Відповідь обґрунтувати.

ЛІТЕРАТУРА

1. Жилинский Ю.М., Кумин В.Д. Электрическое освещение и облучение.-М.: Колос – 1982.- С.68-71, 37-42, 54-56, 218-230.
2. Быстрицкий Д.Н. и др. Электрические установки инфракрасного излучения в животноводстве. М.: Энергоатомиздат, 1981.

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторної роботи з навчальної дисципліни

«ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ ТА ЕЛЕКТРООСВІТЛЕННЯ»

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТА СВІЛОТЕХНІЧНИХ
ПАРАМЕТРІВ ДЖЕРЕЛ ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЕННЯ

Відповідальний за випуск А. В. Левкін

Підписано до друку

Комп'ютерний набір та верстка Торбієвська І. В.

Формат паперу 87x124 1/32. 2,95 умов. друк. арк. 3,00 умов. фарб. відб. 2,99
обл.-вид. арк.

Наклад 500 пр.

Замовлення № 52

Різограф TR 1510 №80654645

ХНТУСГ, 61002, м. Харків, вул. Артема 44, кімн. 101.

Підготовлено та надруковано Навчально–методичним відділом
Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка