

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Державний біотехнологічний університет



Методичні вказівки

до виконання лабораторно–практичного заняття:

ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ПИЛУ В ПОВІТРІ РОБОЧОЇ ЗОНИ

з дисципліни «Організація технологічних процесів елеваторної
промисловості»

Для студентів стаціонару та заочної форми навчання

Затверджено
на засіданні кафедри обладнання
та інжинірингу переробних і
харчових виробництв
Протокол №18 від 30.08.2023р.

Затверджено
на засіданні методичної ради
факультету мехатроніки та
інжинірингу
Протокол №2 від 18.09.2023р.

Харків – 2023

Укладачі:

І.М. Лук'янов, О.В. Богомолів, П.В. Гурський,
Л.В. Кісь-Коркіщенко

Визначення вмісту пилу в повітрі робочої зони: Методичні рекомендації та завдання щодо виконання лабораторно-практичної роботи студентам денної та заочної форми навчання.
– Х.: ДБТУ, 2023. – 16 с.

Рецензенти:

Пак А.О., доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри фізики та математики.

Артёмов М.П., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри оптимізації технологічних систем в рослинництві.

Методичні вказівки призначені для набуття практичних навичок при виконанні лабораторно-практичної роботи навчальної дисципліни «Організація технологічних процесів елеваторної промисловості».

У методичних вказівках пропонується короткий огляд основних характеристик елеваторного обладнання та організації технологічних процесів при його експлуатації.

Призначені для студентів вищих навчальних закладів технічних спеціальностей.

© І.М. Лук'янов, О.В. Богомолів, П.В. Гурський,
Л.В. Кісь-Коркіщенко, 2023

© Державний біотехнологічний університет, 2023

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 4

„Визначення вмісту пилу в повітрі робочої зони”

1. Мета роботи

Вивчити вплив пилу на стан робочого середовища та створення сприятливих умов праці.

2. Завдання роботи

- Засвоїти роботу лабораторної установки типу ОТ-1 для визначення запиленості повітря.
- Оволодіти методикою визначення концентрації запиленості повітря на робочих місцях та у пиловій камері.
- Результати вимірювань порівняти з допустимими нормами.
- Зробити висновки та пропозиції.

3. Загальні відомості

При виконанні технологічних процесів у сільськогосподарському виробництві (комбайнове збирання с.-г. культур, очищення зерна, обробіток ґрунту, приготування кормів, догляд за тваринами, внесення добрив, переробка с.-г. продукції та т. ін.) виділяється пил.

Пил – це сукупність дуже подрібнених часток твердої речовини, яка знаходиться у зваженому стані. Пилом прийнято також називати сукупність часток, що осіли.

Пил може бути класифікованим за ознаками, в тому числі за своїм походженням і за матеріалом, з якого він утворений.

У залежності від походження розрізняють пил **природний** і **промисловий**. До пилу природного походження відносять пил, який піднімається в повітря внаслідок ерозії ґрунту, а також при вивітрюванні гірських порід, крім того це органічні пиловидні частинки - пилок, спори рослин і т.д.

Промисловий пил виникає безпосередньо в процесі виробництва. Кожному виду виробництва відповідає характерний вид пилу, тобто пиловидний матеріал: мука, цукрова пудра, цемент, пиловидне паливо і т.д. Однак більша частина пилу виникає в процесах, пов'язаних з обробкою матеріалів: при сортуванні, різанні, шліфовці, а також при транспортуванні.

У залежності від матеріалу, з якого пил утворений, він може бути **органічного** походження (рослинний та тваринний пил), **неорганічного** (мінеральний, металічний пил) та **змішаного** походження.

Органічний пил буває рослинного (борошняний, тютюновий, зерновий) та тваринного (вовняний, кістковий) походження. Неорганічний пил поділяється на мінеральний (кварцовий, цементний) та металічний (стальний, чавунний, мідний, алюмінієвий).

Пил розглядається як дисперсна система – монодисперсна, тобто складається з часток однакової величини; полідисперсна, до складу якого входять частки різної величини. Промисловий пил, як правило, є полідисперсним.

3.1. Шкідлива дія пилу

Пил технологічного походження характеризується різноманітністю за всіма основними властивостями: хімічному складу, розміру часток, їх формі, характеру краю частки, щільності та ін. Відповідно дуже різноманітно пил впливає на організм людини. Пил спричиняє шкоду організму людини в результаті механічного пошкодження (подрознення дихальних шляхів гострими крайками пилу), хімічного (отруєння пилом), бактеріологічного (проникнення в організм разом з пилом хворобливих бактерій).

Атмосферне повітря і повітря виробничого приміщення завжди рухоме. Тому значна частина зважених пилових часток практично ніколи не осідає.

Великі пилові частки осідають швидко і значної небезпеки на організм людини не представляють.

Пил негативно впливає на дихальні органи, легені, очі та шкіру. При носовому диханні половина пилу, який знаходиться в повітрі, затримується слизовою оболонкою носа, що викликає її подразнення і може призвести до катару дихальних шляхів. Під впливом тривалої дії пилу (різних видів) знижується фільтруюча здатність носової порожнини, на інших ділянках дихальних шляхів розвиваються хронічні запальовальні процеси, у тому числі силікоз легенів, який нерідко ускладнюється туберкульозом.

Подразнюючу дію на шкіру викликає головним чином пил мінерального походження (вапно, цемент, сода, миш'як та ін.). Попадаючи на шкіру, він може викликати різні запальовальні захворювання і закупорку потових залоз, що знижує опірність шкіри до проникнення мікробів.

Вражаюча властивість пилу залежить від розміру його часток та їх хімічних властивостей.

Частки розміром більше 10 *мк* швидко осідають, тому в повітрі виробничих приміщень 80% часток складають частки пилу розміром до 5 *мк*. Чим менше розмір часток, тим глибше вони проникають в дихальні шляхи і викликають велику небезпеку. Біологічна дія пилу на організм людини залежить від її хімічного складу.

Пил свинцю, марганцю, сурми здійснює загальнотоксичну дію; пил пеньки, джуту – алергійну: він може викликати бронхіальну астму.

Перш ніж розробляти заходи боротьби з пилом, необхідно дослідити канали виникнення пилу в повітрі робочої зони і визначити його концентрацію.

На кожному робочому місці проводять не менше п'яти вимірів у зоні дихання. Вікна, двері і люки кабін під час вимірювань повинні бути зачинені; система мікроклімату – працювати у режимі, який відповідає теплому періоду року.

Визначення вмісту пилу в повітрі

Вміст пилу в повітрі може бути визначений як маса пилу, що припадає на одиницю об'єму ($мг/м^3$) або як число часток в об'ємній одиниці ($1 см^3$) пилу.

Гравіметричний метод визначення вмісту пилу є основним, що дозволяє характеризувати ступінь запиленості повітря. При цьому він не дає повного уявлення про характер пилу, про його вплив на організм людини та технологічний процес. Повна характеристика запиленості буде в тому випадку, якщо дані про масовий вміст пилу будуть доповнені даними про дисперсний склад пилу. У результаті застосування рахункового методу може бути визначена загальна кількість часток у одиниці об'єму повітря, а також співвідношення часток різного розміру. Застосування рахункового методу ґрунтується на мікроскопічних дослідженнях пилу.

Визначення масового вмісту пилу в повітрі ґрунтується на тому, що певний об'єм повітря пропускають через фільтруючий матеріал і визначають масу цього матеріалу до і після запилення.

У якості фільтрів застосовуються спеціальні аналітичні аерозольні фільтри марки АФА. У таких фільтрах фільтруючим матеріалом є перхлорвінілова тканина ФПП. Тканина поміщається у захисне паперове кільце. При відборі проб фільтри встановлюють у металеві або пластмасові патрони.

На робочих місцях проби відбирають на рівні дихання працюючих.

Проби відбирають також на різних ділянках виробничих приміщень.

Для відбору проб повітря застосовують аспіратор моделі М-822, ежекторний аспіратор, пирососи з ротаметром. Патрон з фільтрами з'єднується з аспіратором гумовими шлангами.

Для відбору проб повітря у повітряовибухонебезпечних приміщеннях, а також коли виникають труднощі при підключенні до електромережі, застосовують ежекторний аспіратор типу АЕРА. У ньому відбирання проб здійснюється за допомогою ежектора. Повітря із приміщення ежектуються повітрям, яке поступає в ежектор через редуктор із балону зі стисненим повітрям.

При використанні для відбору проб повітря пилососу він застосовується разом з проградуйованим ротаметром.

Результати вимірювань порівнюють з гранично допустимою концентрацією (ГДК), наведеною в табл. 1.

Таблиця 1. Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин та клас безпеки в повітрі робочої зони

| <i>Найменування речовин</i> | <i>Допустима концентрація, мг /м³</i> | <i>Клас безпеки</i> |
|---|--|---------------------|
| <i>Азотні добрива: аміачна селітра, мочеви́на, хлористий амоній</i> | <i>20</i> | <i>4</i> |
| <i>Комплексні добрива: амофоска</i> | <i>4</i> | <i>4</i> |
| <i>Вапняні матеріали: вапняна мука, гашене вапно</i> | <i>6</i> | <i>4</i> |
| <i>Тютюн</i> | <i>3,0</i> | <i>3</i> |
| <i>Чай</i> | <i>3,0</i> | <i>3</i> |
| <i>Зерновий пил</i> | <i>4,0</i> | <i>4</i> |
| <i>Пил рослинного та тваринного походження</i> | <i>2,0</i> | <i>4</i> |

4. Обладнання, прилади та матеріали

Обладнання, прилади та матеріали: лабораторна установка ОТ-1; ваги лабораторні аналітичні; шафа сушильна; секундомір; барометр-анероїд; термометр ртутний .

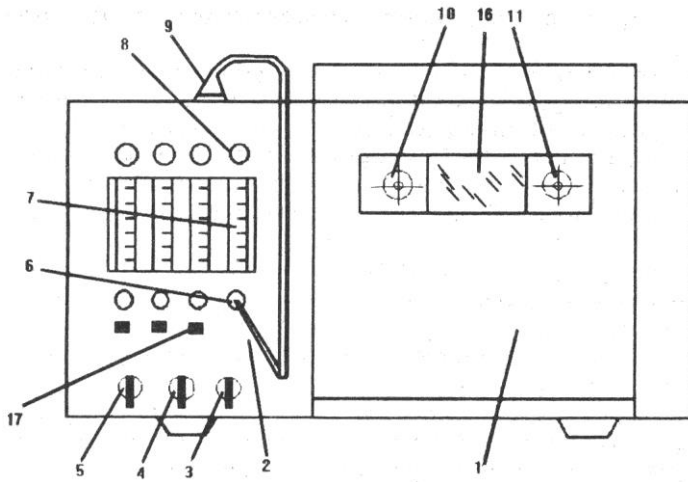
4.1. Будова установки типу ОТ-1

Пилова камера установки ОТ-1 (рис. 1) служить ємністю для імітації виробничого приміщення з запиленим повітрям. При повороті ручки дозатора на один поворот у бункер вводиться порція пилу, величина якої може бути відрегульована за допомогою регульованої гайки; змішування пилу з повітрям здійснюється за допомогою вентилятора. Люк для взяття проб повітря на дверях пилової камери у неробочому положенні закривається пробкою.

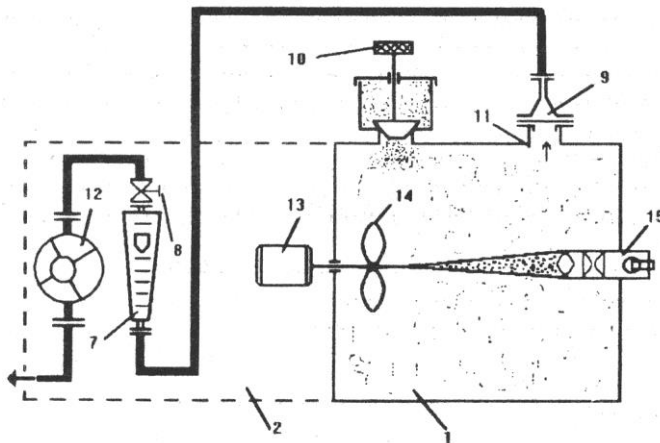
Аспіратор типу М-822, знаходиться поряд з пиловою камерою і служить для взяття проб повітря (рис. 2).

Аспіратор (рис. 2) складається із повітряродувки роторного типу, яка утворює від'ємний тиск (втягування), електромотору і чотирьох ротаметрів. Два ротаметра призначені для вимірювання об'ємної швидкості всмоктаного аспіратором повітря і відградувані від 0 до 20 л/хв., а два – для вимірювання швидкості повітря від 1 до 10 л/хв., що необхідно у випадку відбору проб повітря при проведенні газових аналізів.

Аспіратор працює від мережі електричного струму напругою 220 В і споживає потужність в 100 Вт.



а) загальний вид установки



б) кінематична схема установки

Рис. 1 Схема установки для визначення запиленості повітря

1- пилова камера; 2- приладовий відсік; 3- вмикач вентилятора; 4- вмикач компресора; 5 – вмикач установки; 6- штуцери; 7- ротаметри; 8- регулятори; 9- алонж; 10- бункер-дозатор; 11- отвір для алонжи; 12- ротаційний компресор; 13- електродвигун; 14- вентилятор; 15- освітлювач; 16- вікно для спостереження; 17- світлові сигналізатори подачі напруги.

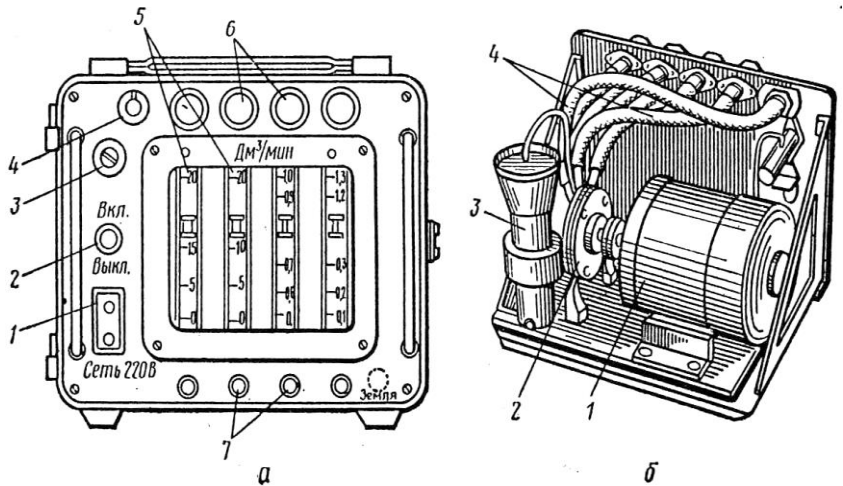


Рис. 2. Аспіратор

а) передня панель аспілятора моделі М- 822:

1 – колодка для приєднання електричного шнура; 2 – вимикач; 3 – електрозапобіжник; 4 – клапан для запобігання навантажень електродвигуна; 5 – ротаметри; 6 – ручки вентилів ротаметрів для регулювання об'ємної витрати повітря; 7 – штуцери для приєднання гумових трубок до фільтрів;

б) внутрішнє улаштування аспілятора моделі М- 822:

1 – електродвигун; 2 – ротаційна повітродувка; 3 – маслянка для безперервного змазування лопатевого ротора повітродувки; гумові шланги для з'єднання повітродувки з ротаметрами.

Алонж (рис. 3) – це металічний корпус у вигляді лійки, який з'єднаний гумовою трубкою з аспіратором. У розширену частину алонжу вставляють паперові фільтри.

Електричною схемою установки передбачено живлення двигуна аспілятора, вентилятора, освітлювальної лампи. Двері пилової камери обладнані блокуючим пристроєм. Установку під час роботи обов'язково необхідно заземлити.

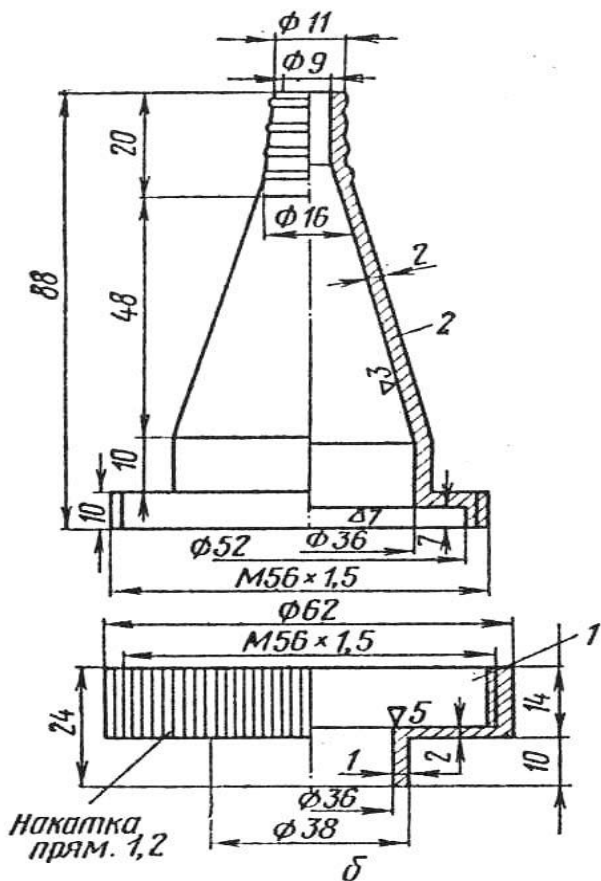
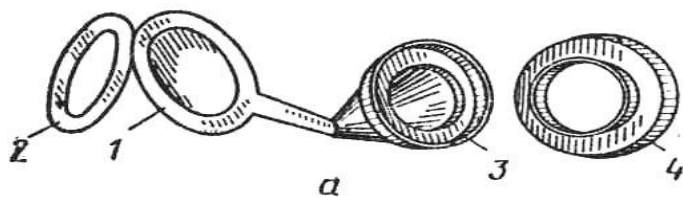


Рис. 3. Улаштування фільтра і патрона
а) фільтр АФА-ВП:

1 – фільтр; 2- захисні паперові кільця; 3 – корпус конусного патрона; 4 – зажимна гайка;

б) патрон до фільтру АФА-ВП-10:

1 – зажимна гайка; 2 – корпус патрона.

5. Порядок виконання роботи

5.1. Підготовка установки ОТ-1 до роботи

5.1.1. Просушити паперовий фільтр у сушильній шафі при температурі 105°C протягом 10-15 хвилин і зберігати його в ексикаторі, або в сухому герметично закритому скляному посуді, або в приміщенні з постійною вологістю не менше 30 хв.

5.1.2. Очистити камеру від пилу і встановити в ній дозатор з досліджуваним пилом.

5.2. Проведення замірів

На аналітичних вагах з точністю до 1мг зважити фільтр до і після запилення, вставити його в алонж, який потім установити в повітрянозабірний люк пилової камери.

Включити аспіратор і секундомір. Час і швидкість відбору повітря установити за допомогою розрахунків, виходячи із умови, що вага осадженого на фільтр пилу не повинна перевищувати 2мг ($10\dots 14\text{ л/хв.}$). Під час відбору повітря заміряти температуру навколишнього середовища і барометричний тиск. Після взяття проби повітря, акуратно вийняти фільтр із алонжа, просушити його в сушильній шафі при температурі 105°C протягом 10-15 хвилин і зважити його на аналітичних вагах.

Відбирання проб повторити двічі.

5.3. Розрахунок результатів аналізу

Час відбирання проби залежить від ступеня запиленості повітря, швидкості відбирання та наважки пилу (1мг для фільтра АФА-ВП-10);

Об'єм повітря V_t , протягнутого через фільтр, при температурі t та атмосферному тиску P в місці відбору проб знаходять згідно прийнятими значеннями w і τ :

$$V_t = w \cdot \tau,$$

w – прийнята об'ємна швидкість відбору проб на фільтр, л/хв. ;

τ - час відбирання проби, хв.

Відповідно до вимог стандарту, цей об'єм приводиться до умов, регламентованих ГОСТ 8.395-80, при температурі 293 К (20⁰С) і атмосферному тиску 101,3 кПа (760 мм рт. ст.) за формулою:

$$V = \frac{Vt \cdot 293 \cdot P}{(273 + t)760}, \text{ л} \quad /2/$$

Де V – об'єм повітря, протягнутого через фільтр, приведений до нормальних фізичних умов, л;

P – атмосферний тиск, мм рт.ст.;

t – температура повітря в місці відбирання проби, ⁰С.

Масову концентрацію пилу в повітрі, з якого відбирається проба, розраховують за формулою:

$$c = \frac{(m_2 - m_1)}{V}, \text{ мг/л} \quad /3/$$

Де: m_1 – маса чистого фільтру, мг;

m_2 – маса фільтру після відбору проби, мг;

Таблиця .2.- Результати вимірів

| Назва пилу | Температура повітря $t, ^\circ\text{C}$ | Барометричний тиск P мм рт. ст | Маса фільтра, т, мг | | Час відбирання проб τ , хв. | Об'ємна швидкість відбирання проб, W л/в. | Масова концентрація пилу в повітрі C , мг/м ³ | Гранично допустима концентрація пилу, мг/м ³ |
|------------|--|-------------------------------------|---------------------------|-------|-------------------------------------|--|---|--|
| | | | m_1 | m_2 | | | | |
| | | | | | | | | |

6. Звіт про виконану роботу

Звіт про виконану роботу повинен мати:

1. Ескіз лабораторної установки ОТ-1;
2. Короткий опис установки ОТ-1, порядок проведення роботи;
3. Результати вимірювань, занесені в таблиці 5.1. і 5.2., порівняти з нормами;
4. Аналіз запиленості повітряного середовища і засоби захисту від пилу.

Контрольні питання

1. Які технологічні процеси в сільському господарстві супроводжуються виділенням пилу?
2. За якими ознаками класифікується пил?
3. Які критерії покладено в основу визначення ГДК?
4. Від яких чинників залежить вражаюча дія пилу на організм людини?
5. Які існують методи визначення вмісту пилу в повітрі робочих зон?
6. В чому суть вагового методу визначення концентрації пилу в повітрі?
7. Для чого при розрахунках необхідно враховувати кліматичні дані (температура, атмосферний тиск) ?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості / В.Г.Мирончук, І.С. Гулий, М.М. Пушанко, Л.О. Орлов та ін. За ред. доктора технічних наук, професора Мирончука В.Г. – Вінниця : Нова книга, 2007 – 648 с.

2. Експлуатація та обслуговування обладнання переробних і харчових виробництв./ Богомолів О.В., Гурський П.В., Денисенко С.А. та ін. Навчальний посібник. – Харків: «Міськдрук», 2014. – 254 с.

3. Технологія та проектування елеваторів. Шаповаленко О.І., Евтущенко О.О, Янюк Т.І., 416 ст., 2015

4. Технологія елеваторної промисловості. Вобліков Е.М., 384 ст., 2010.

5. Жигулін О. А., Махмудов І. І., Жигуліна Н.О. Підйомно-транспортні машини: Навчальний посібник. Ніжин, 2020. 150 с.

6. Дацишин О.В., Ткачук А.І., Гвоздєва О.В. та ін. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв/ За редакцією О.В. Дацишина. Навчальний посібник. – Вінниця: Нова книга, 2008. – 488 с.

7. М.П. Купчик, М.П. Гандзюк, І.Ф. Степанець та ін. Основи охорони праці.– К.: Основа, 2000.- 416 с.

8. Г.М. Гряник та ін. Охорона праці.- Київ: Урожай, 1994.- 269с.

Навчальне видання

Лук'янов І.М.
Богомолов О.В.,
Гурський П.В.,
Кісь-Коркіщенко Л.В.

Методичні вказівки

до виконання лабораторно–практичного заняття:

ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ПИЛУ В ПОВІТРІ РОБОЧОЇ ЗОНИ

з дисципліни «Організація технологічних процесів елеваторної
промисловості»

Кафедра обладнання та інжинірингу переробних і харчових
виробництв

Відповідальні за випуск: Лук'янов І.М.

Комп'ютерний набір та верстка: Лук'янов І.М.,

Кісь-Коркіщенко Л.В.

Підп. до друку 28.08.23

Зам. № 63

Формат паперу 60x84 30/20 Обл. - вид. арк. 1,5

Тираж 100

Ризограф TR 1510 № 80654645

ДБТУ, 61002, м. Харків, пр. Героїв Харкова 45, кім. 204

Підготовлено та надруковано кафедрою ОІПХВ

Державного біотехнологічного університету