

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

КАФЕДРА «СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ МАШИНИ»

**О.Г. КАРАЄВ, С.Л. СУШКО, В.М. ДЯДЯ, С.М. САНЬКОВ,
О.І. МАТКОВСЬКИЙ, І.О. ЧИЖИКОВ**

**СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА
МЕЛІОРАЦІЯ І МЕЛІОРАТИВНА ТЕХНІКА**

ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ
для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр»
спеціальності 208 «Агроінженерія»

УДК 631.6
С 36

Автори:

О.Г. Караєв, С.Л. Сушко, В.М. Дядя, С.М. Саньков,
О.І. Матковський, І.О. Чижиков.

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради механіко-технологічного факультету Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного, протокол № 8 від 11 травня 2021 р.

Рецензенти:

А.І. Панченко – д.т.н., професор кафедри мехатронних систем та транспортних технологій, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного;

Д.О. Мілько – д.т.н., професор кафедри технічного сервісу та систем в АПК, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного.

Сільськогосподарська меліорація і меліоративна техніка. Лабораторний практикум. О.Г. Караєв, С.Л. Сушко, В.М. Дядя та ін. / за редакцією О.Г. Караєва – Мелітополь: ПП Белень В.В., 2021 – 115с.

В лабораторному практикумі наведено лабораторні роботи відповідно до робочої програми дисципліни «Сільськогосподарські і меліоративні машини».

В практикумі надано основні теоретичні відомості, які необхідні студентам для вивчення дисципліни і виконання лабораторних робіт. В кінці кожної лабораторної роботи надані питання для самооцінки якості засвоєння матеріалу.

ЗМІСТ

Мета та завдання навчальної дисципліни	4
Правила техніки безпеки при виконанні лабораторних робіт	5
Лабораторна робота №1 Сільськогосподарські меліорації. Загальні положення.....	6
Лабораторна робота №2 Вплив зрошування на структуру ґрунту.....	14
Лабораторна робота №3 Визначення агрокліматичних характеристик території землекористування.....	22
Лабораторна робота №4 Стаціонарні системи зрошування	36
Лабораторна робота №5 Розробка технічних умов на поливну техніку.....	40
Лабораторна робота №6 Дощувальні апарати кругової дії.....	33
Лабораторна робота №7 Водний баланс ґрунту.....	57
Лабораторна робота №8 Розрахункові методи визначення норм та строків поливу.....	67
Лабораторна робота №9 Технічна характеристика дощувальних машин та визначення їх потреби.....	81
Лабораторна робота №10 Гідравлічний розрахунок трубопроводів систем зрошення.....	89
Лабораторна робота №11 Якість роботи дощувальних машин.....	100
Рекомендована література	114

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета навчальної дисципліни – основною метою викладання навчальної дисципліни «Сільськогосподарські і меліоративні машини» є поетапне формування у студентів сучасного мислення та спеціальних знань у галузі меліорації зрошуваних земель; набуття умінь та формування компетентності, необхідних для обґрунтованого вибору і ефективного використання поливної техніки в рослинництві.

Згідно з вимогами освітньо-кваліфікаційної характеристики магістр напрямку підготовки 208 «Агроінженерія» повинен

знати:

- вимоги до сучасних технологій зрошення сільськогосподарської продукції та поливної техніки;
- технічні характеристики поливної техніки;
- методи проектування систем зрошення і вибору поливної техніки до складу механізованого технологічного комплексу підприємства,

уміти:

- самостійно створювати бази даних про вітчизняну і закордонну поливну техніку для зрошення сільськогосподарських культур;
- користуватися методами розрахунку систем зрошення, вибору поливної техніки до складу комплексів машин та її ефективного використання.

Міждисциплінарні зв'язки: «Технологія виробництва сільськогосподарської продукції», «Експлуатація машин і обладнання», «Гідравліка і теплотехніка», «Агроекологія».

ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

1 До виконання лабораторної роботи допускаються особи, що пройшли інструктаж з техніки безпеки.

2 Категорично забороняється проводити прокручування механізмів і регулювальні роботи без дозволу ведучого викладача або лаборанта, а також під час їх відсутності в лабораторії.

3 Забороняється доторкатися до гострих крайок робочих органів сільгосподарських машин, вставляти руки в зону різання.

4 Забороняється без дозволу відкривати захисні пристрої, а в разі потреби їх відкриття, необхідно надійно фіксувати, щоб запобігти їхнє падіння або довільне закриття.

5 Забороняється без попередження ведучого викладача або лаборанта залишати робоче місце.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ МЕЛІОРАЦІЇ. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Мета роботи – ознайомлення з предметом та завданням с.-г. меліорацій, їх видами і застосуванням на практиці, а також з правовим регулюванням меліорованих земель.

1 ЗАВДАННЯ

1.1 Опрацювати літературу, яка містить відомості про сільськогосподарські меліорації і зробити короткий конспект. Рекомендована література – [1,2,3,4] (дивись с. 114).

1.2 В лабораторії опрацювати теоретичні відомості, які наведені в розділі два даних вказівок.

1.3 Скласти звіт за таким змістом:

- номер, найменування та мета роботи;
- навести основні поняття меліорацій, їх загальну класифікацію;
- визначити завдання кожного виду меліорацій;
- навести класифікацію гідромеліорації;
- зробити висновки щодо ролі меліорацій щодо зниження ризиків виробників при здійсненні господарської діяльності.

2 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

2.1 Предмет та завдання меліорації

Слово меліорація походить від латинського «меліоратіо», що в перекладі означає поліпшення. Завдяки с.-г. меліораціям поліпшується повітряний, тепловий, мікробіологічний та поживний режим ґрунту, мікроклімат меліоративної ділянки, що сприяє підвищенню родючості земель.

Основоположник меліоративної науки академік Костяков О.М. надав таке визначення с.-г. меліораціям: «...система організаційно-господарських і технічних заходів, що має завдання докорінної зміни несприятливих природних умов (гідрологічних, ґрунто-

вих, агрокліматичних) з метою найбільш ефективного використання земельних ресурсів».

В ґрунтово-кліматичній зоні України «Південний степ» знаходиться близько 48% орних земель. Періодичні посухи в цих районах мають суттєвий негативний вплив на якісні і кількісні показники врожаю сільськогосподарських культур. Тобто, землеробство без зрошення в даній ґрунтово-кліматичній зоні є дуже ризикованим і тому при вирощуванні с.-г. культур необхідно застосовувати зрошення у комплексі з іншими факторами інтенсифікації сільськогосподарського виробництва.

У районах надмірного зволоження більшість угідь також потребує проведення водних, хімічних та інших меліорацій. Великі території тут заболочені, потребують очищення від каміння, зрізування купин, знищення чагарників, вапнування ґрунту тощо. Значні площі в нашій країні займають ґрунти, що зазнають водної та вітрової ерозії. В усіх згаданих районах меліорація земель є найбільш надійним заходом підвищення родючості ґрунтів, оскільки підвищує ефективність використання добрив, застосування механізації та інших заходів, спрямованих на одержання високих урожаїв с.-г. культур.

Отже, меліорація земель є найважливішим важелем підвищення родючості ґрунту та ефективності дії всіх факторів інтенсифікації с.-г. виробництва – хімізації, механізації тощо. Вона різко послаблює вплив несприятливих явищ на с.-г. виробництво, захищає орні землі та інші угіддя від ерозії, затоплення повеневими водами і сольовими потоками, надає стійкості с.-г. виробництву, забезпечуючи в несприятливі за метеорологічними умовами роки високі врожаї.

Меліорацію можна розглядати, як науку про докорінне поліпшення (оптимізацію) всіх життєво важливих для рослин факторів зовнішнього середовища. Меліорація поєднує знання з гідрології, гідрогеології, ґрунтознавства, землеробства, інженерних споруд, геодезії та ін. наук. Меліорація земель, як і всяке інше будівництво, здійснюється відповідно до комплексних проектів, складених водогосподарськими проектними організаціями на ос-

нові спеціальних розвідувальних робіт (топографічних, гідрологічних, ґрунтових, економічних та ін.).

2.2 Основні терміни і поняття меліорації

Меліорація земель – комплекс гідротехнічних, культуртехнічних, хімічних, агротехнічних, агролісотехнічних, інших меліоративних заходів, що здійснюються з метою регулювання водного, теплового, повітряного і поживного режиму ґрунтів, збереження і підвищення їх родючості та формування екологічно збалансованої раціональної структури угідь.

Меліоративні заходи – роботи, спрямовані на поліпшення хімічних і фізичних властивостей ґрунтів, обводнення пасовищ, створення захисних лісових насаджень, проведення культуртехнічних робіт, поліпшення земель з несприятливим водним режимом та інженерно-геологічними умовами, проектування, будівництво (реконструкція) і експлуатація меліоративних систем, включаючи наукове, організаційне та виробничо-технічне забезпечення цих робіт.

Меліоровані землі – угіддя, на яких здійснено комплекс меліоративних заходів відповідно до затвердженої в установленому порядку проектної документації.

Меліоративна система – технологічно цілісна інженерна інфраструктура, що включає в себе такі окремі об'єкти, як меліоративна мережа каналів, трубопроводів (зрошувальних, осушувальних, зволожувальних, дренажних) з гідротехнічними спорудами і насосними станціями, захисні дамби, спостережна мережа, дороги і споруди на них, взаємодію яких забезпечує управління водним, тепловим, повітряним і поживним режимом ґрунтів на меліорованих землях.

Меліоративна система загальнодержавного значення – це меліоративна система, що знаходиться на території більше ніж однієї області, забезпечує міжобласну подачу, розподіл і відведення води та об'єкти інженерної інфраструктури якої перебувають на балансі підприємств, установ і організацій, що входять до сфери управління центрального органу виконавчої влади, що реалізує

державну політику у сфері розвитку водного господарства; міжгосподарська меліоративна система – меліоративна система, що знаходиться в межах Автономної Республіки Крим, однієї області або одного району і забезпечує міжрайонну та міжгосподарську подачу, розподіл та відведення води; внутрішньогосподарська меліоративна система меліоративна система, що знаходиться в межах земель одного власника (користувача) і забезпечує подачу, розподіл та відведення води на цих землях;

Моніторинг зрошуваних та осушуваних земель – комплекс спеціальних робіт, які включають збирання, обробку, зберігання та передачу інформації про стан меліорованих земель і меліоративних систем, їх водний баланс, а також аналіз, оцінку та прогнозування можливого впливу меліоративних заходів на навколишнє природне середовище.

2.3 Види меліорацій

Меліорації класифікують за призначенням: зрошувальні, осушувальні, опріснювальні та за способом здійснення меліоративних заходів (рис.1)

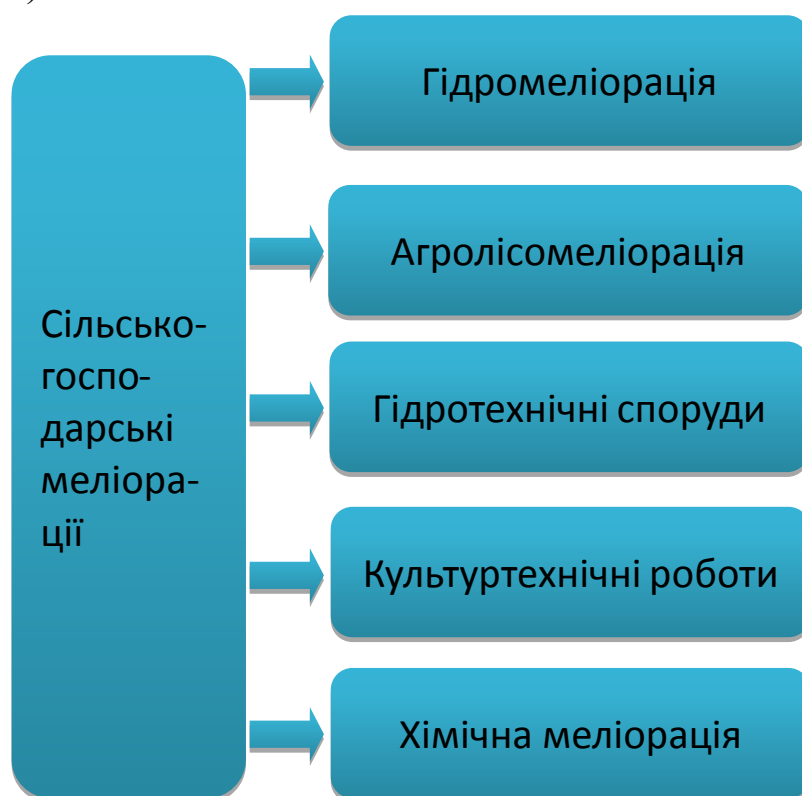


Рисунок 1– Класифікація меліорацій за способом здійснення.

Гідромеліорації. Сукупність заходів і споруд, які забезпечують поліпшення природних умов земель сільськогосподарського призначення шляхом регулювання водного режиму ґрунтів.

Агролісомеліорація. Передбачає садіння лісу або чагарників для захисту ґрунтів від водної та вітрової ерозії.

Гідротехнічні споруди. Здійснюють шляхом будівництва спеціальних гідротехнічних споруд (дамб, каналів, шлюзів тощо) за допомогою яких землі зрошують, осушують, охороняють від ерозії, поліпшують їх хімічний склад, постачають воду у безводні райони.

Культуртехнічні роботи. Поліпшують стан поверхні землі (знищення деревної та чагарникової порослі, купин, корчування пеньків, очищення від каміння тощо), а також створюють орний шар і окультурюють його (плужний, фрезерний обробіток, боронування, внесення добрив).

Хімічна меліорація. Змінює хімічний склад ґрунту і пов'язані з ним водно-фізичні властивості ґрунту (гіпсування, вапнування, піскування та торфування);

Серед наведених видів меліорацій найпоширенішим є гідромеліорація – зрошування та осушення (рис.2).

Зрошування – це подача води на землі з недостатнім природним зволоженням з метою забезпечення рослин вологою.

Осушення – це відвід води з ґрунту або з його поверхні. Під час осушення земель надлишок вологи відводиться за межі шару, де розміщуються корені рослин, і в такий спосіб створюються сприятливі умови для їх росту.

Необхідність зрошування земель визначається кліматичними умовами території. Понад 60 % населення Землі проживає в посушливих регіонах, тоді як 20 % – там, де спостерігається надлишок вологи. Зі зрошенням земель у перші роки урожайність сільськогосподарських культур підвищується у 2-3 рази, а вирощування рису чи бавовнику без зрошення взагалі неможливе. За оцінками ФАО (Всесвітньої сільськогосподарської організації) площа зрошувальних земель нині становить 270 млн га.

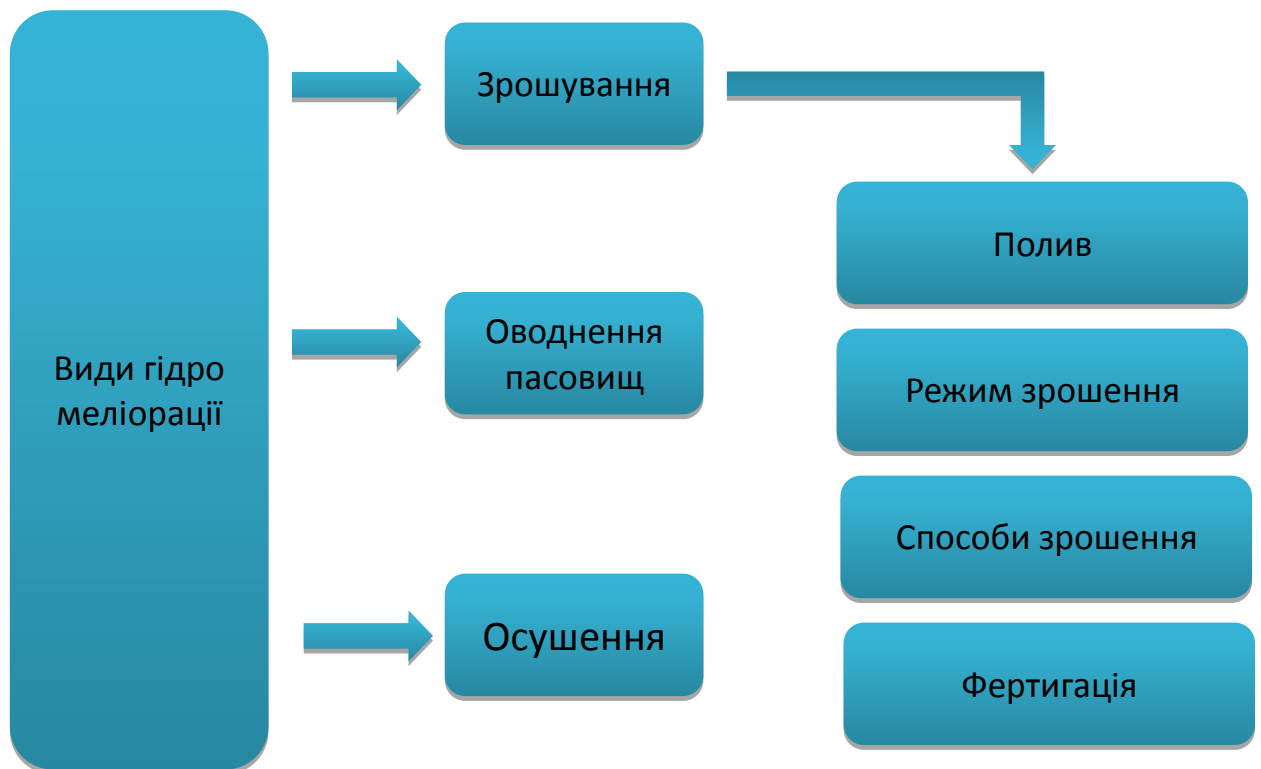


Рисунок 2 – Класифікація гідромеліорації.

Тривале зрошування спричинює низку екологічних проблем. Головна з них – це вторинне засолення ґрунтів, що виникає за надмірного зрошення і високого рівня ґрунтових вод. Під засолення потрапила майже половина зрошуваних земель світу.

Проводячи широкі меліоративні роботи в степу необхідно враховувати, що новоутворення ґрунтових вод тут відбувається значно швидше, ніж, скажімо, в напівпустелях і пустелях. Приблизно за 10 років рівень ґрунтових вод може досягти критичного стану (1,5-2,5 м від поверхні), спричиняючи засолення. Цей процес посилюється в Україні ще й тому, що південні чорноземи і каштанові ґрунти мають підвищену солонцюватість і лужність на глибині 0,5-1 м.

2.4. Правове регулювання меліорації земель

Організаційно-правовою основою проведення меліорації земель є науково обґрунтовані державні цільові, міждержавні та місцеві (республіканська, обласні, районні, сільські, селищні, міські) програми меліорації земель, а також виробничі програми окремих суб'єктів

господарювання та господарські договори, укладені відповідно до законодавства.

Замовниками робіт з проектування, будівництва (реконструкції) меліоративних систем та окремих інженерних об'єктів є:

- спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади з питань водного господарства та меліорації земель, інші центральні органи виконавчої влади та державні адміністрації, а також утворювані цими органами підприємства, установи і організації – щодо робіт, які здійснюються відповідно до державних цільових програм меліорації земель;
- органи місцевого самоврядування, виконавчі комітети сільських, селищних, міських рад, а також утворювані цими органами підприємства, установи і організації – щодо робіт, які проводяться відповідно до місцевих програм меліорації земель;
- підприємства, установи й організації, окремі фізичні особи – щодо робіт, які виконуються відповідно до їх власних виробничих програм та господарських договорів, укладених відповідно до законодавства.

Проектування будівництва нових і реконструкції існуючих меліоративних систем та окремих об'єктів інженерної інфраструктури здійснюється на конкурсних засадах на підставі проектно-кошторисної документації, розробленої, погодженої та затвердженої у порядку, що визначається Кабінетом Міністрів України. Проектування будівництва нових і реконструкції існуючих меліоративних систем здійснюється спеціалізованими проектними організаціями. Відносини проектних організацій та замовників регулюються договорами, які укладаються відповідно до законодавства. До початку розробки проекту, що передбачає водокористування для потреб меліорації земель, замовник зобов'язаний погодити технічні умови з органами виконавчої влади з регулювання відносин у сфері меліорації земель. Роботи з будівництва нових та реконструкції існуючих меліоративних систем та окремих об'єктів інженерної інфраструктури виконуються спеціалізованими підприємствами, установами і організаціями, а також фізичними особами – суб'єктами господарювання.

Меліорації земель провадиться відповідно до Земельного кодексу України. Після закінчення будівництва (реконструкції) меліоративних систем та окремих об'єктів інженерної інфраструктури порушені землі підлягають рекультивації та передачі землекористувачам, власникам землі у придатному для використання стані. Землі, зайняті окремими об'єктами інженерної інфраструктури меліоративних систем (меліоративною мережею з гідротехнічними спорудами та насосними станціями, захисними дамбами, спостережною мережею, технологічними дорогами та спорудами на них), а також землі, виділені під смуги відведення для них, надаються у користування або у власність суб'єктам права власності на меліоративні системи, які забезпечують експлуатацію меліоративних систем або утворюють з цією метою спеціальні служби. Порядок надання цих земель у користування або у власність встановлюється Земельним кодексом України.

Експлуатація меліоративних систем повинна забезпечувати оптимальний водний та повітряний режими ґрунтів, створення умов для високоефективного та екологічно безпечного використання меліорованих земель. Виконання у зоні розміщення та функціонування меліоративних систем та окремих об'єктів інженерної інфраструктури, а також на прилеглий території будь-яких робіт, що можуть вплинути на технічний стан і режим експлуатації цих систем та об'єктів інженерної інфраструктури, допускається лише після попереднього погодження проекту виконання цих робіт.

Користувачі та власники меліорованих земель зобов'язані забезпечувати одержання високих урожаїв сільськогосподарських культур шляхом застосування науково обґрунтованих технологій вирощування високоврожайних, стійких до захворювань та шкідників, адаптованих до ґрунтово-кліматичних умов сортів і гібридів сільськогосподарських культур; збереження та відтворення родючості ґрунтів, біологічне різноманіття і екологічну рівновагу в навколишньому природному середовищі.

3 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

- 1 Визначте предмет і завдання меліорації ґрунтів.
- 2 Наведіть класифікацію меліорацій і гідромеліорацій.
- 3 Які ви знаєте меліоративні заходи?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

ВПЛИВ ЗРОШУВАННЯ НА СТРУКТУРУ ҐРУНТУ

Мета роботи – оволодіти методикою оцінки впливу на структуру ґрунту поливної води при штучному зрошуванні сільськогосподарських культур (на прикладі плодкових насаджень).

1 ЗАВДАННЯ

1.1 Вивчити:

- технологічні властивості ґрунту (вологість, щільність, твердість) [1, с. 11-15; 2, с. 423-425];
- визначення абсолютної та відносної вологості ґрунту [1, с.1-12; 2, с. 423].

1.2 Ознайомитися з:

- методом оцінки структурно-агрегатного стану ґрунту [2, с.17];
- методикою лабораторного визначення гранулометричного (зернового) складу ґрунтів ситовим методом [3, с. 1- 4].

1.3 Скласти звіт по роботі за таким змістом:

- номер, найменування та мета роботи;
- визначення показника «гранулометричний склад» ґрунту;
- формула обчислення коефіцієнту «структурно-агрегатний стан ґрунту»;
- привести розрахунки коефіцієнту «структурно-агрегатний стан ґрунту» згідно варіанту;
- побудувати графік залежності змін початкових значень коефіцієнту «структурно - агрегатний стан ґрунту» під дією води впродовж десяти поливів;
- зробити висновок – після скількох поливів необхідно проводити механічний обробіток ґрунту.

2 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

2.1. Визначення змін агрегатного стану ґрунту

При штучному зрошенні плодкових насаджень (краплинне або мікродощування) вода потрапляє в пристовбурні смуги. Поливи здійс-

нують протягом вегетаційного періоду, а їх кількість може досягати десяти. Під дією води відбуваються відповідні зміни у ґрунті, а саме в його агрегатному складі, динаміка яких невідома. Оскільки, основним призначенням фрези є обробіток ґрунту в пристовбурних смугах з метою збереження його якісних властивостей, то час прийняття рішень щодо здійснення коригувальних дій механічного впливу на ґрунт є необхідною умовою для досягнення максимального ефекту від застосування фрези.

2.2 Визначення родючості ґрунту

Згідно ДСТУ 4362 [4] родючість ґрунту може бути визначена за такими агрофізичними показниками:

- агрегатний склад;
- щільність ґрунту;
- найменша вологоємність (НВ);
- запаси продуктивної вологи ґрунту.

Значення показника агрегатного стану визначено шкалою оцінювання структурно-агрегатного стану ґрунту, за якою наявність агрегатів з розмірами від 0,25 мм до 7 (10) мм більш 80% характеризує стан ґрунту як «відмінний». Такі агрегати є мезоагрегатами і відносяться до середньої фракції m_{II} .

Агрегати більш 10мм є макроагрегатами і відносяться до крупної фракції m_{III} , а агрегати менші за 0,25мм відносяться до мікроагрегатів – фракція m_I .

Тому, для своєчасного механізованого обробітку ґрунту, при якому забезпечується 80% агрегатів з розмірами від 0,25 мм до 7(10) мм, необхідно провести дослідження з вивчення змін в структурно-агрегатному стані ґрунту під дією води.

3 ВИКОНАННЯ РОБОТИ

3.1 Загальні відомості

Встановити закономірності змін в структурно-агрегатному стані ґрунту «чорнозем південний» під дією води із систем штучного зрошення плодових насаджень протягом вегетаційного періоду.

Умови проведення робіт: роботи є лабораторними і проводяться в умовах зовнішнього навколишнього середовища.

Для визначення гранулометричного складу ситовим методом без промивання водою застосовують таке обладнання:

- ваги лабораторні (ГОСТ 24104 – 80);
- набір сит (з піддоном) з розміром отворів 10, 5, 0,25 мм;
- шафа сушильна;
- вологомір.

3.2 Обчислення коефіцієнту структурно-агрегатного стану ґрунту

Об'єм ґрунту, який підлягав дослідженню, поділяється ситовим методом згідно з ГОСТ 12536 [4] на такі фракції:

- I фракція – розмір частинок ґрунту менше 0,25мм;
- II фракція – розмір частинок ґрунту від 0,25мм до 10мм;
- III фракція – розмір частинок ґрунту більше 10мм.

Коефіцієнт структурно-агрегатного стану ґрунту визначається за формулою:

$$K_c = \frac{m_{II}}{m_I + m_{III}}, \quad (1)$$

де K_c – коефіцієнт структурно-агрегатного стану ґрунту;
 m_I, m_{II}, m_{III} – маса ґрунту I, II и III фракцій, г.

З наведених фракцій, формують початковий структурно-агрегатний стан ґрунту, який було представлено коефіцієнтом структурності в п'яти варіантах з такими коефіцієнтами структурності:

- 1 – 0,2;
- 2 – 0,4;
- 3 – 0,6;
- 4 – 0,8;
- 5 – 1,0.

По кожному варіанту готується ґрунт з відповідним коефіцієнтом структурності об'ємом 20дм³ в трьох повтореннях в окремих судинах. Загальна кількість судин в досліді складає 150 шт.

Вологість ґрунту в судинах кожним поливом доводиться до 70% НВ. Після чого ґрунт із судин кожної повторності висушується в сушильній шафі з наступним визначенням гранулометричного складу ситовим методом згідно з ГОСТ 12536.

Коефіцієнт структурно-агрегатного стану ґрунту в нормованому вигляді обчислюється в шкалі від 0 до 1 за формулою:

$$K_{C(H)} = \frac{m_{II}}{m_I + m_{II} + m_{III}} = \frac{K_C(m_I + m_{III})}{m_I + m_{III} + K_C(m_I + m_{III})} = \frac{K_C}{1 + K_C} \quad (2)$$

Результати обчислень заносяться у таблицю 1.

Таблиця 1 – Значення коефіцієнту структурно-агрегатного стану ґрунту ґрунту (K_0 – початковий коефіцієнт структурності, j – номер поливу, r – номер стрічки повторності)

j	r	Початковий коефіцієнт структурності K_0				
		0,2	0,3	...	0,9	1,0
1	1					
	2					
	3					
2	1					
	2					
	3					
...						
10	1					
	2					
	3					

Оптимальним вважається варіант, що відповідає стовпцю із найбільшою сумою. За результатами розрахунків будується графік зале-

жності коефіцієнту структурності в нормованому вигляді від кількості поливів (приклад залежності наведено на рис. 1).

Значення варіантів наведено у додатку А.

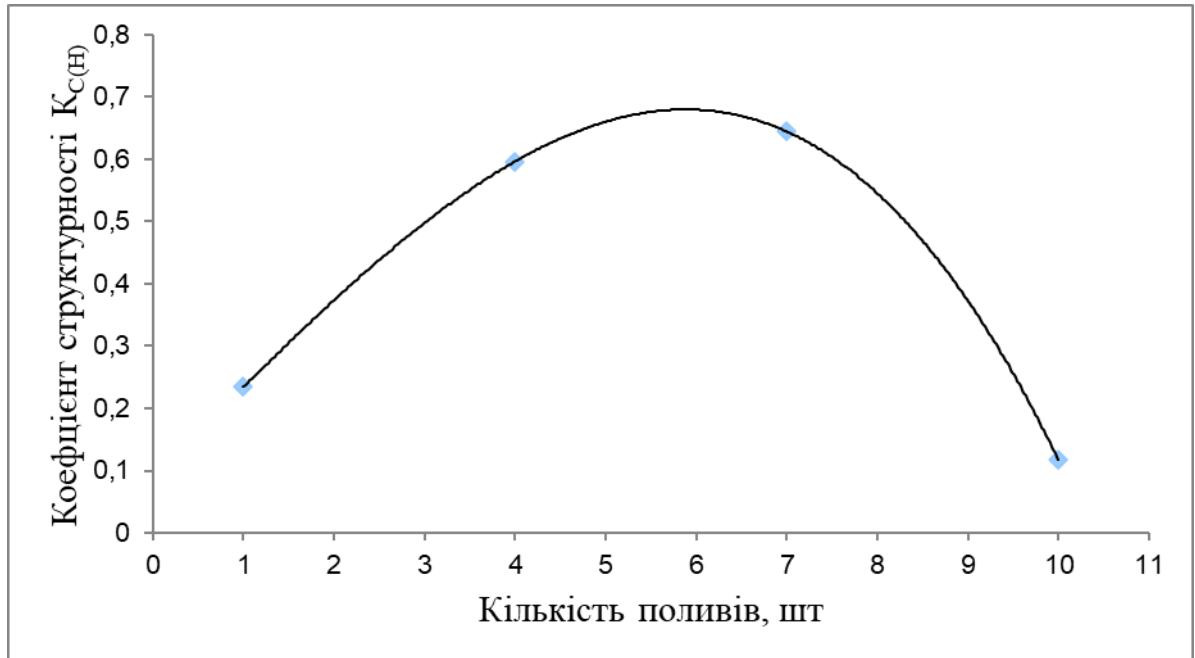


Рисунок 1 – Приклад залежності зміни нормованого коефіцієнту структурності від кількості поливів.

4 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

- 1 Як визначається абсолютна вологість ґрунту?
- 2 Як визначається відносна вологість ґрунту?
- 3 Що таке структурно-агрегатний стан ґрунту?
- 4 Як агрегатний склад ґрунту впливає на його якість?
- 5 Після якого поливу слід проводити механізований обробіток ґрунту?

Варіант №1 (початковий коефіцієнт структурності ґрунту 0,2)

№ поливу	Вага фракції ґрунту, гр.		
	m_I	m_{II}	m_{III}
1	377	388	892
4	328	991	342
7	455	1088	145
10	1118	195	352

Варіант №2 (початковий коефіцієнт структурності ґрунту 0,3)

№ поливу	Вага фракції, гр.		
	m_I	m_{II}	m_{III}
1	320	560	670
4	310	900	210
7	430	1100	90
10	1122	320	110

Варіант №3 (початковий коефіцієнт структурності ґрунту 0,4)

№ поливу	Вага фракції ґрунту, гр.		
	m_I	m_{II}	m_{III}
1	337	867	349
4	239	1258	158
7	426	1107	70
10	671	960	44

Варіант №4 (початковий коефіцієнт структурності ґрунту 0,5)

№ поливу	Вага фракції ґрунту, гр.		
	m_I	m_{II}	m_{III}
1	340	650	290
4	310	1210	310
7	310	1005	80
10	655	860	54

Варіант №5 (початковий коефіцієнт структурності ґрунту 0,6)

№ поливу	Вага фракції ґрунту, гр.		
	m_I	m_{II}	m_{III}
1	359	755	277
4	347	974	211
7	347	1061	159
10	325	855	194

Варіант №6 (початковий коефіцієнт структурності ґрунту 0,7)

№ поливу	Вага фракції ґрунту, гр.		
	m_I	m_{II}	m_{III}
1	282	828	210
4	310	1005	90
7	341	1099	58
10	320	955	34

Варіант №7 (початковий коефіцієнт структурності ґрунту 0,8)

№ поливу	Вага фракції ґрунту, гр.		
	m_I	m_{II}	m_{III}
1	266	1022	140
4	225	1126	80
7	334	1119	45
10	326	1102	48

Варіант №8 (початковий коефіцієнт структурності ґрунту 0,9)

№ поливу	Вага фракції ґрунту, гр.		
	m_I	m_{II}	m_{III}
1	112	950	315
4	134	1120	90
7	120	1100	85
10	144	990	97

Варіант №9 (початковий коефіцієнт структурності ґрунту 1,0)

№ поливу	Вага фракції ґрунту, гр.		
	m_I	m_{II}	m_{III}
1	124	750	481
4	159	1121	102
7	143	834	160
10	364	626	374

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

ВИЗНАЧЕННЯ АГРОКЛІМАТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРИТОРІЇ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ

Мета роботи – вивчити методи визначення агрокліматичних характеристик території, які підлягають зрошенню.

1 ЗАВДАННЯ

1.1 Вивчити:

- технологічні властивості ґрунту (вологість, щільність, твердість) [1; 2; 3];
- визначення абсолютної та відносної вологості ґрунту [1; 2;3].

1.2 Ознайомитись із основними принципами меліоративного районування території України.

1.4 Розрахувати:

- коефіцієнт водного балансу ($K_{ВБ}$) за О.М. Костяковим;
- коефіцієнт зволоженості ($K_{ЗВ}$) за Н.М. Івановим;
- гідротермічний коефіцієнт (ГТК) за Г.Т. Селяніновим;
- показник зволоженості ($П_{ЗВ}$) за Д.І. Шашко.

1.5 Скласти звіт за таким змістом:

- номер, тема та мета роботи;
- поняття про ґрунтово-кліматичну зону;
- формули обчислення коефіцієнтів зволоженості;
- провести розрахунки коефіцієнту зволоженості територій згідно варіанту (додаток А);
- зробити висновок щодо рівня зволоженості ґрунтово-кліматичної зони по кожному коефіцієнту (показнику).

2 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Для успішного застосування тих чи інших видів меліорацій перш за все необхідно ознайомитися із природними умовами регіону. Умови регіону вирощування певних с.-г. культур виражаються, в першу

чергу, через особливості кліматичних та ґрунтово-гідрологічних умов.

До основних кліматичних умов (факторів) відносять рівень надходження тепла та зволоженості, за якими визначено ґрунтово-кліматичні зони України (рис. 1, таблиця 1).



Рисунок 1 – Карта ґрунтово-кліматичних зон України.

Таблиця 1 – Найменування ґрунтово-кліматичних зон України

<i>Зони</i>	<i>Найменування ґрунтово-кліматичних зон</i>
<i>I</i>	<i>Полісся</i>
<i>II</i>	<i>Лісостеп</i>
<i>III</i>	<i>Північний і Центральний степ</i>
<i>IV</i>	<i>Південний степ</i>
<i>V</i>	<i>Передгірні та гірські райони Криму</i>
<i>VI</i>	<i>Південний берег Криму</i>
<i>VII</i>	<i>Передгірні та гірські райони Карпат</i>
<i>VIII</i>	<i>Закарпаття</i>

Формування конкретних умов території визначаються не тільки під дією кліматичних факторів, але і рельєфом території, який суттєво

впливає на перерозподіл тепла та зволоженості, а також формування тих чи інших ґрунтових умов.

З півночі на південь спостерігається закономірне зниження рівня зволоженості та збільшення надходження тепла.

В Поліссі, де вологи випадає значно більше ніж випаровується, спостерігається перезволоження та заболочення ґрунтів. У Лісостепу, опадів випадає на рівні майже випаровування. В Степовій зоні (Північний, Центральний і Південний степ), вологи випадає в 2,5 разів менше ніж випаровується.

3 ВИКОНАННЯ РОБОТИ

3.1 Розрахувати коефіцієнт водного балансу ($K_{ВБ}$) за А.Н. Костяковим за формулою:

$$K_{ВБ} = M * P / E,$$

де: M – коефіцієнт використання опадів (0,7-0,8);

P – кількість опадів за рік, мм;

E – випаровуваність, мм (для Лісостепу – 600, Полісся – 410, Південного степу – 850).

Якщо значення $K_{ВБ}$:

- більше 1 – зона надлишкового зволоження;
- дорівнює 1 – зона нестійкого зволоження;
- менше 1 – зона недостатнього зволоження.

3.2 Розрахувати значення коефіцієнту зволоженості ($K_{ЗВ}$) за Н.Н. Івановим за формулою:

$$K_{ЗВ} = P / E,$$

де: P – сума опадів за рік, мм;

E – випаровуваність, мм (річна).

Значення коефіцієнту $K_{ЗВ}$ для:

- Північного і Центрального степу – 0,2-0,3;

- Південного степу – 0,3-0,5;
- Лісостепу – 0,7-0,9;
- Полісся – більше 0,9.

3.3 Розрахувати значення гідротермічного коефіцієнту (ГТК) за Т.Г. Селяніновим за формулою:

$$\text{ГТК} = P \cdot 10 / t,$$

де: P – сума опадів за період квітень-вересень, або за місяць, мм;
t – сума середньодобових температур за цей же період.

Розрахувати значення ГТК за кожен місяць, починаючи з квітня, та за рік.

Якщо значення ГТК:

- 0 – без дощів;
- 0,5 – сильна засуха;
- 0,5-1,0 – на межі засухи;
- 1,0-1,5 – добре зволоження;
- більше 1,5 – надмірне зволоження.

3.4. Розрахувати значення показника зволоженості ($\Pi_{зв}$) за Д.І. Шашко за формулою:

$$\Pi_{зв} = P / d,$$

де: P – сума опадів за рік, мм;
d – сума дефіцитів зволоженості, мм.

Якщо значення $\Pi_{зв}$:

- більше 0,6 – надмірно волога зона;
- 0,45-0,60 – волога зона;
- 0,25-0,45 – слабо посушлива зона;
- 0,15-0,25 – посушлива зона;
- менше 0,15 – суха зона.

4 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

- 1 Що таке ґрунтово-кліматичні зони?
- 2 Що таке показники зволоженості ґрунтово-кліматичної зони?
- 3 Класифікація ґрунтово-кліматичних зон України.
- 4 За якими показниками визначається зволоженість ґрунтово-кліматичної зони?

ДОДАТОК А

Данні до лабораторної роботи №3 «Визначення агрокліматичних характеристик території землекористування».

Варіант № 1

1 Розрахувати коефіцієнти $K_{ВБ}$ та $K_{ЗВ}$ за такими даними:

- опади – 580 мм (за рік);
- випаровуваність – 610 мм.

2 Розрахувати коефіцієнти ГТК за кожен місяць і за вегетацію за такими даними:

Показники	Місяці						Всього за вегетацію
	4	5	6	7	8	9	
Температура, °С	253	261	484	522	519	310	
Опади, мм	28,1	74,1	61,1	42,7	50,4	17,5	

3 Розрахувати показник $P_{ЗВ}$ за середньодобовим дефіцитом зволоженості 2520 мм.

Варіант № 2

1 Розрахувати коефіцієнти $K_{ВБ}$ та $K_{ЗВ}$ за такими даними:

- опади – 620 мм (за рік);
- випаровуваність – 610 мм.

2 Розрахувати коефіцієнти ГТК за кожен місяць і за вегетацію за такими даними:

Показники	Місяці						Всього за вегетацію
	4	5	6	7	8	9	
Температура, °С	242	260	480	521	514	302	
Опади, мм	29,7	78,6	62,3	44,7	51,4	18,8	

3 Розрахувати показник $P_{ЗВ}$ за середньодобовим дефіцитом зволоженості 2505 мм.

Варіант №3

1 Розрахувати коефіцієнти $K_{ВБ}$ та $K_{ЗВ}$ за такими даними:

- опади – 605 мм (за рік);
- випаровуваність – 590 мм.

2 Розрахувати коефіцієнти ГТК за кожен місяць і за вегетацію за такими даними:

Показники	Місяці						Всього за вегетацію
	4	5	6	7	8	9	
Температура, 0С	252	264	488	520	517	316	
Опади, мм	29,1	74,9	61,8	41,7	52,4	18,5	

3 Розрахувати показник $P_{ЗВ}$ за середньодобовим дефіцитом зволоженості 2510 мм.

Варіант 4

1 Розрахувати коефіцієнти $K_{ВБ}$ та $K_{ЗВ}$ за такими даними:

- опади – 595 мм (за рік);
- випаровуваність – 600 мм.

2 Розрахувати коефіцієнти ГТК за кожен місяць і за вегетацію за такими даними:

Показники	Місяці						Всього за вегетацію
	4	5	6	7	8	9	
Температура, 0С	240	261	480	515	510	302	
Опади, мм	29,5	75,6	61,3	44,7	51,4	18,8	

3 Розрахувати показник $P_{ЗВ}$ за середньодобовим дефіцитом зволоженості 2502 мм.

Варіант 5

1 Розрахувати коефіцієнти $K_{ВБ}$ та $K_{ЗВ}$ за такими даними:

- опади – 610 мм (за рік)
- випаровуваність – 595 мм

2 Розрахувати коефіцієнти ГТК за кожен місяць і за вегетацію за такими даними:

Показники	Місяці						Всього за вегетацію
	4	5	6	7	8	9	
Температура, °С	258	266	489	526	516	388	
Опади мм	29,5	76,9	61,8	43,7	52,2	18,7	

3 Розрахувати показник $P_{ЗВ}$ за середньодобовим дефіцитом зволоженості 2518 мм.

Варіант 6

1. Розрахувати коефіцієнти $K_{ВБ}$ та $K_{ЗВ}$ за такими даними:

- опади – 590 мм (за рік);
- випаровуваність – 615 мм.

2 Розрахувати коефіцієнти ГТК за кожен місяць і за вегетацію за такими даними:

Показники	Місяці						Всього за вегетацію
	4	5	6	7	8	9	
Температура, °С	250	262	484	522	518	310	
Опади, мм	28,1	74,1	61,1	42,7	50,4	17,5	

3. Розрахувати показник $P_{ЗВ}$ за середньодобовим дефіцитом зволоженості 2520 мм.

Варіант 7

1 Розрахувати коефіцієнти $K_{ВБ}$ та $K_{ЗВ}$ за такими даними:

- опади – 625 мм (за рік)
- випаровуваність – 610 мм

2 Розрахувати коефіцієнти ГТК за кожен місяць і за вегетацію за такими даними:

Показники	Місяці						Всього за вегетацію
	4	5	6	7	8	9	
Температура, °С	245	262	480	521	515	302	
Опади мм	29,6	77,6	62,3	44,7	51,4	18,8	

3 Розрахувати показник $P_{ЗВ}$ за середньодобовим дефіцитом зволоженості 2505 мм.

Варіант 8

1 Розрахувати коефіцієнти $K_{ВБ}$ та $K_{ЗВ}$ за такими даними:

- опади – 615 мм;
- випаровуваність – 595 мм.

2 Розрахувати коефіцієнти ГТК за кожен місяць і за вегетацію за такими даними:

Показники	Місяці						Всього за вегетацію
	4	5	6	7	8	9	
Температура, °С	250	262	488	524	517	316	
Опади, мм	29,1	74,7	61,6	43,7	52,4	18,5	

3 Розрахувати показник $P_{ЗВ}$ за середньодобовим дефіцитом зволоженості 2510 мм.

Варіант 9

1 Розрахувати коефіцієнти $K_{ВБ}$ та $K_{ЗВ}$ за такими даними:

- опади – 580 мм (за рік)
- випаровуваність – 620 мм

2 Розрахувати коефіцієнти ГТК за кожен місяць і за вегетацію за такими даними:

Показники	Місяці						Всього за вегетацію
	4	5	6	7	8	9	
Температура, °С	253	262	484	522	519	310	
Опади мм	28,1	74,1	61,1	42,7	50,4	17,5	

3 Розрахувати показник $P_{ЗВ}$ за середньодобовим дефіцитом зволоженості 2520 мм.

Варіант 10

1 Розрахувати коефіцієнти $K_{ВБ}$ та $K_{ЗВ}$ за такими даними:

- опади – 620 мм (за рік);
- випаровуваність – 610 мм.

2 Розрахувати коефіцієнти ГТК за кожен місяць і за вегетацію за такими даними:

Показники	Місяці						Всього за вегетацію
	4	5	6	7	8	9	
Температура, °С	244	260	480	521	515	302	
Опади мм	29,7	78,6	62,3	44,7	51,4	18,8	

3 Розрахувати показник $P_{ЗВ}$ за середньодобовим дефіцитом зволоженості 2505 мм

Варіант 11

1. Розрахувати коефіцієнти $K_{ВБ}$ та $K_{ЗВ}$ за такими даними:

- опади – 600 мм (за рік);
- випаровуваність – 590 мм.

2 Розрахувати коефіцієнти ГТК за кожен місяць і за вегетацію за такими даними:

Показники	Місяці						Всього за вегетацію
	4	5	6	7	8	9	
Температура, °С	252	264	488	524	517	318	
Опади мм	29,1	74,9	61,8	43,7	52,4	18,5	

3 Розрахувати показник $P_{ЗВ}$ за середньодобовим дефіцитом зволоженості 2510 мм.

Варіант 12

1 Розрахувати коефіцієнти $K_{ВБ}$ та $K_{ЗВ}$ за такими даними:

- опади – 590 мм (за рік);
- випаровуваність – 600 мм.

2 Розрахувати коефіцієнти ГТК за кожен місяць і за вегетацію за такими даними:

Показники	Місяці						Всього за вегетацію
	4	5	6	7	8	9	
Температура, °С	240	260	480	515	510	302	
Опади мм	29,5	75,6	61,3	45,7	51,4	18,8	

3 Розрахувати показник $P_{ЗВ}$ за середньодобовим дефіцитом зволоженості 2502 мм.

Варіант 13

1. Розрахувати коефіцієнти $K_{ВБ}$ та $K_{ЗВ}$ за такими даними:

- опади – 615 мм
- випаровуваність – 595 мм

2 Розрахувати коефіцієнти ГТК за кожен місяць і за вегетацію за такими даними:

Показники	Місяці						Всього за вегетацію
	4	5	6	7	8	9	
Температура, °С	258	267	489	526	516	388	
Опади мм	29,5	76,9	61,6	43,8	52,4	18,7	

4 Розрахувати показник $P_{ЗВ}$ за середньодобовим дефіцитом зволоженості 2518 мм.

Варіант 14

1. Розрахувати коефіцієнти $K_{ВБ}$ та $K_{ЗВ}$ за такими даними:

- опади – 590 мм;
- випаровуваність – 620 мм.

2 Розрахувати коефіцієнти ГТК за кожен місяць і за вегетацію за такими даними:

Показники	Місяці						Всього за вегетацію
	4	5	6	7	8	9	
Температура, °С	250	262	484	522	518	310	
Опади мм	28,1	74,1	61,1	42,7	50,4	17,5	

3 Розрахувати показник $P_{ЗВ}$ за середньодобовим дефіцитом зволоженості 2520 мм.

Варіант 15

1 Розрахувати коефіцієнти $K_{ВБ}$ та $K_{ЗВ}$ за такими даними:

- опади – 620 мм
- випаровуваність – 610 мм

2 Розрахувати коефіцієнти ГТК за кожен місяць і за вегетацію за такими даними:

Показники	Місяці						Всього за вегетацію
	4	5	6	7	8	9	
Температура, °С	244	262	480	521	515	302	
Опади мм	29,7	78,6	62,3	44,7	51,4	18,8	

3 Розрахувати показник $P_{ЗВ}$ за середньодобовим дефіцитом зволоженості 2505 мм

Варіант 16

1. Розрахувати коефіцієнти $K_{ВБ}$ та $K_{ЗВ}$ за такими даними:

- опади – 610 мм;
- випаровуваність – 590 мм.

2 Розрахувати коефіцієнти ГТК за кожен місяць і за вегетацію за такими даними:

Показники	Місяці						Всього за вегетацію
	4	5	6	7	8	9	
Температура, °С	252	263	488	524	517	318	
Опади мм	29,1	74,9	61,8	43,7	52,4	18,5	

3. Розрахувати показник $P_{ЗВ}$ за середньодобовим дефіцитом зволоженості 2510 мм.

Варіант 17

1. Розрахувати коефіцієнти $K_{ВБ}$ та $K_{ЗВ}$ за такими даними:

- опади – 580 мм;
- випаровуваність – 600 мм.

2 Розрахувати коефіцієнти ГТК за кожен місяць і за вегетацію за такими даними:

Показники	Місяці						Всього за вегетацію
	4	5	6	7	8	9	
Температура, °С	242	260	480	515	510	305	
Опади мм	29,5	75,6	61,3	45,7	51,4	18,8	

3 Розрахувати показник $P_{ЗВ}$ за середньодобовим дефіцитом зволоженості 2502 мм.

Варіант 18

1 Розрахувати коефіцієнти $K_{ВБ}$ та $K_{ЗВ}$ за такими даними:

- опади – 615 мм;
- випаровуваність – 595 мм.

2 Розрахувати коефіцієнти ГТК за кожен місяць і за вегетацію за такими даними:

Показники	Місяці						Всього за вегетацію
	4	5	6	7	8	9	
Температура, °С	258	267	489	526	516	388	
Опади мм	29,5	76,9	61,6	43,8	52,4	18,7	

3. Розрахувати показник $P_{ЗВ}$ за середньодобовим дефіцитом зволоженості 2518мм

Варіант 19

1 Розрахувати коефіцієнти $K_{ВВ}$ та $K_{ЗВ}$ за такими даними:

- опади – 580 мм,
- випаровуваність – 620 мм.

2 Розрахувати коефіцієнти ГТК за кожен місяць і за вегетацію за такими даними:

Показники	Місяці						Всього за вегетацію
	4	5	6	7	8	9	
Температура, °С	253	262	484	522	519	310	
Опади мм	28,1	74,1	61,1	42,7	50,4	17,5	

3 Розрахувати показник $P_{ЗВ}$ за середньодобовим дефіцитом зволоженості 2520 мм

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

СТАЦІОНАРНІ СИСТЕМИ ЗРОШУВАННЯ

Мета роботи – оволодіти розробленням структурних і функціональних схем стаціонарних систем зрошування.

1 ЗАВДАННЯ

1.1 Ознайомитись з:

- призначенням та видами систем зрошування [1, 2, 3];
- сутністю розроблення структурних і функціональних схем систем зрошування;
- системою зрошування плодкових насаджень на дослідній ділянці Мелітопольської дослідної станції садівництва ІС НААН.

1.2 Скласти звіт за таким змістом:

- номер, найменування та мета роботи;
- призначення системи зрошування;
- опис типів схем систем зрошування;
- складові компоненти системи зрошування та їх коротка характеристика;
- робота системи зрошування;
- опис автоматизованого управління системою зрошування;
- скласти структурну схему комбінованої системи мікродошування плодкових насаджень дослідної ділянки Мелітопольської дослідної станції садівництва і зазначити її особливості.

2 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

2.1 Основні терміни і їх поняття

Системи зрошування – сукупність технологічно пов'язаних між собою технічних засобів, які забезпечують забирання, транспортування, та розподіл на ділянці зрошування через водовипуски.

Поливний модуль – частина поливної мережі системи зрошування, на якій не застосовують водообіг.

Блок зрошування – розрахункова кількість поливних модулів, на яких полив проводять одночасно.

Водообіг – приймання водорозподілу на системі зрошування, внаслідок якого одночасному поливу підлягає тільки певна частина поливних модулів (блок зрошування) пропорційно тривалості між-поливного періоду.

Загальні схеми – надають загальне представлення про склад систем зрошування і види зв'язку між їх частинами

Структурна схема – визначає основні функціональні частини системи зрошування, їх призначення та взаємозв'язок.

Функціональна схема – містить інформацію про процес переміщення поливної води в функціональних частинах систем зрошування. За такими схемами визначають можливі системи зрошування що розробляються, обґрунтовується проведення налагоджувальних і ремонтних робіт.

2.2 Загальна характеристика систем зрошування

Головним функціональним призначенням зрошувальних систем є транспортування поливної води (в необхідний термін та необхідній кількості) із джерела зрошування на зрошувальні землі і її розподіл, а також створення на полях оптимальної для даної фази росту і розвитку рослин вологості ґрунту.

Стаціонарні системи зрошування класифікують за:

- способом розміщення поливних трубопроводів;
- ступеня автоматизації.

Класифікація за способом розміщенням поливних трубопроводів:

- **укладка поливних трубопроводів на поверхні ґрунту.** Спосіб застосовують коли бур'яни можна знищувати гербіцидами. При цьому знижується вартість будівництва, але створюються перешкоди для механізованого обробітку ґрунту;

- **розташуванням поливних трубопроводів на шпалері.** Спосіб застосовують для поливу плодкових і декоративних культур. При цьому покращуються умови механізованого обробітку ґрунту, але збільшуються грошові витрати на створення шпалери. Тому цей спосіб застосовують тільки в тих випадках, коли рослини, що вирощують, є багатолітніми культурами (наприклад, виноградники);

- **укладка поливних трубопроводів нижче поверхні ґрунту.** Спосіб дозволяє підвищити строк служби поліетиленових трубопроводів. Будівництво можливе тільки на ділянках, не зайнятих культурними рослинами. Збільшуються капітальні витрати, важко контролювати працездатність трубопроводу і водовипусків, але покращуються умови догляду за рослинами і боротьби з бур'янами.

В овочівництві і в плодкових розсадниках найбільш поширеним способом є розміщення поливних трубопроводів на поверхні ґрунту. При вирощуванні садів і виноградників досить часто розташовують трубопроводи на шпалері.

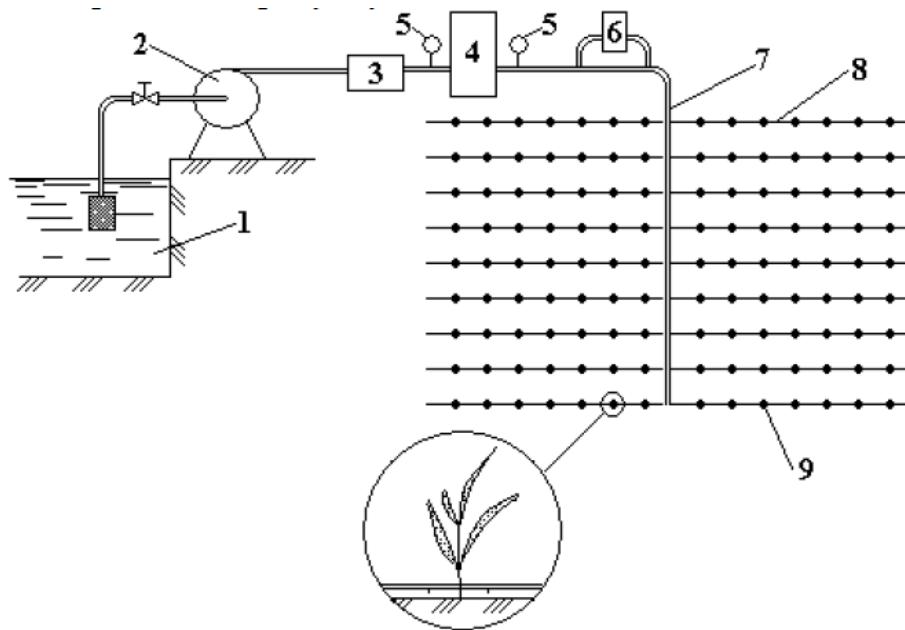
За ступенем автоматизації:

- **системи з ручним управлінням (механізовані)** – всі технологічні операції управління процесом зрошення (визначення початку поливу, його тривалості, управління водорозподілом, контроль за роботою системи) виконує оператор;

- **автоматизовані системи** – технологічні операції процесу зрошення автоматизовані частково і для управління процесами потрібен оператор;

- **автоматичні системи** – всі технологічні операції процесу зрошення здійснюються без втручання оператора.

Загальна схема системи зрошення наведена на рисунку 1. Система складається із водозабірної споруди на джерелі зрошення (1), вузла насосної станції (2), мережі управління (3), станції підготовки води (4), водомірного обладнання (5), пристрою для підготовки, змішування і дозування добрив (6), магістрального трубопроводу (7), розподільної трубопроводної мережі (8) та комплексу поливних трубопроводів з крапельницями (9).



1 – джерело зрошення; 2 – вузол насосної станції; 3 – мережа управління; 4 – станція підготовки води; 5 – водомірне обладнання; 6 – пристрій для підготовки, змішування і дозування добрив; 7 – магістральний трубопровід; 8 – розподільна трубопровідна мережа; 9 – комплект поливних трубопроводів з крапельницями.

Рисунок 1 – Загальна схема системи краплинного зрошення.

Також система зрошення може містити запірну арматуру, регулятори тиску, вузли автоматичного контролю управління системою та обліку води.

Принцип дії системи полягає в тому, що вода під заданим тиском від насосної станції надходить до крапельниць через вузли очищення води, підготовки добрив і трубопровідну мережу.

3 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

- 1 Як класифікують системи краплинного зрошення?
- 2 Які є способи розташування поливних трубопроводів на ділянці зрошення?
- 3 Які є ступені автоматизації систем краплинного зрошення?
- 4 За яких умов застосовують локальне зволоження ґрунту, а коли смугове?
- 5 З яких основних елементів складається система зрошення?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ УМОВ НА ПОЛИВНУ ТЕХНІКУ

Мета роботи – отримати навички щодо розроблення технічних умов (далі – ТУ) на поливну техніку (на прикладі фільтрів для очищення поливної води).

1 ЗАВДАННЯ

1.1 Ознайомитись з нормативною базою, що регламентує розробку ТУ на продукцію, процеси, послуги:

- ДСТУ 1.3:2004 Правила побудови, викладання, погодження, прийняття та позначення технічних умов;
- ДСТУ-Н 4486:2005 Система конструкторської документації. Настанови щодо типової побудови технічних умов;
- ISO/IEC Guide 7:1994 Guidelines for drafting of standards suitable for the use for conformity assesment (Настанови щодо розробки стандартів, придатних до використання для оцінювання відповідності).

1.3 Вивчити будову і принцип роботи фільтрів для очищення поливної води.

1.3 Скласти звіт за таким змістом:

- номер, найменування та мета роботи;
- призначення нормативної бази щодо розробки ТУ на техніку;
- загальні вимоги до змісту ТУ.

1.2 Розробити згідно з ДСТУ-Н 4486:2005 проект ТУ на фільтр для очищення поливної води виробництва НПК «Роста» (варіанти паспортів на фільтри видаються викладачем індивідуально).

Проект ТУ має містити такі розділи:

- Технічні вимоги;
- Правила прийому;
- Додаток А і Додаток В.

2 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

2.1 Загальні положення щодо розробки ТУ

Серійне виробництво продукції на території України регулюється нормативними документами: ДСТУ, ТЗ, ТУ, які розроблені і зареєстровані в установленому законодавством порядку.

Необхідність у розробці ТУ виникає у випадках, коли продукція є унікальною на ринку, і її виробництво не потрапляє під дію існуючих державних стандартів. Можливість внесення змін до ТУ дозволяє виробникові своєчасно реагувати на зміни вимог ринку до споживчих якостей виготовлюваної продукції чи вносити зміни в технологічний процес виробництва, враховуючи нововведення і інновації, що особливо актуально при сьогоdnішньому активному розвитку технологій.

При розробці ТУ враховується сфера застосування продукції, використувані при виробництві матеріали і комплектуючі, технологічний процес виробництва продукції, асортиментний ряд продукції, споживча і транспортна упаковка, маркування готової продукції, вимоги та види контролю якості, особливості зберігання та транспортування готової продукції, терміни придатності.

ТУ повинні бути розроблені відповідно до ДСТУ 1.3:2004 та включати посилання на діючі в даний час НД. Перед реєстрацією, проєкт ТУ проходить узгодження в профільних державних органах і установах згідно з вимогами чинного законодавства України, перелік яких залежить від сфери застосування продукції.

Процедуру державної реєстрації ТУ проводить уповноважений орган Міністерства економічного розвитку і торгівлі України з питань державної реєстрації ТУ в Україні.

Термін дії ТУ 10 років з можливістю продовження реєстрації на новий термін. При цьому не рідше одного разу в 5 років проводиться обов'язкова перевірка ТУ на відповідність чинному законодавству. ТУ є об'єктом інтелектуальної власності технічного характеру і можуть бути передані третім особам на умовах власника.

2.2 Процедура розробки ТУ

Розробка, узгодження, приймання і державна реєстрація ТУ відбувається відповідно такої нормативної документації:

- 1.3:2004 «Національна стандартизація. Правила побудови, викладання, оформлення, погодження, прийняття та позначення технічних умов»;
- ДСТУ 1.5:2003 «Національна стандартизація. Правила побудови, викладання, оформлення та вимоги до змісту нормативних документів (ISO / IEC Directives, part 2, 2001, NEQ)»;
- ДСТУ 1.6:2004 «Національна стандартизація. Правила реєстрації нормативних документів»;
- ГОСТ 2.114-95 «ЕСКД. Технічні умови».

2.3 Основні типи фільтрів очищення поливної води

Гравійні фільтри (рис.1). Використовують при невисокому вмісту в воді часток забруднень великих розмірів.



Рисунок 1 – Гравійний фільтр для очищення поливної води (виробник НПК «Роста»).

Фільтри тонкої очистки:

- дискові (рис.2). Використовують у тих випадках, коли у воді присутня велика кількість органічних і неорганічних часток забруднень невеликих розмірів;
- сітчасті (рис.3). Використовують у тих випадках, коли вода вміщує велику кількість важких часток, переважно пісок.



Рисунок 2 – Дискові фільтри.



Рисунок 3 – Сітчастий фільтр.

Гідроциклони (рис. 4). Використовують для фільтрації поверхневих вод від механічних домішок, трави і водоростей.



Рисунок 4 – Гідроциклон.

Загальний вигляд фільтрувальної станції системи краплинного зрошування наведено на рис.5.



Рисунок 5 – Загальний вигляд фільтрувальної станції системи краплинного зрошування.

3 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

- 1 Яке призначення ТУ?
- 2 Яка сфера застосування ТУ?
- 3 Яка структури ТУ?
- 3 За яких умов розробляються ТУ на поливну техніку?
- 4 Яка різниця між параметрами, показниками функціонального призначення поливної техніки і критеріями її відмов?
- 5 Які типи фільтрів очищення поливної води застосовують в системах мікрозрошування ?
- 6 Яке призначення, будова і принцип дії гравійних фільтрів?
- 7 Яке призначення, будова і принцип дії дискових фільтрів?
- 8 Яке призначення, будова і принцип дії сітчастих фільтрів?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6

ДОЩУВАЛЬНІ АПАРАТИ КРУГОВОЇ ДІЇ

Мета роботи – оволодіти методикою випробувань дощувальних апаратів кругової дії.

1 ЗАВДАННЯ

1.1. Ознайомитись зі способами поливу рослин, їх недоліками і перевагами [1,2].

1.2. Вивчити будову і принцип дії дощувальних апаратів, а також їх вплив на якість зволоження ґрунту і рослин.

1.3. Ознайомитись з методикою визначення рівномірності розподілу води дощувальними апаратами на зрошувальній площі, а також з призначенням і застосуванням дощомірів, мірних склянок і секундоміру.

1.4. Провести лабораторні випробування дощувального апарату кругової дії.

1.5 Скласти звіт за таким змістом:

- номер, найменування та мета роботи;
- результати лабораторних випробувань дощувального апарату (варіанти даних для розрахунків наведені у Додатку А);
- обчислення значень коефіцієнтів ефективного поливу та рівномірності поливу.

2 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

2.1 Загальні відомості

В ґрунтово-кліматичній зоні «Південний степ» України дощування є одним з поширених способів поливу сільськогосподарських культур.

Дощування застосовують при зрошуванні багатьох сільськогосподарських культур, а саме: кормових, технічних, зернових і овочевих.

Дощування застосовують на ділянках з близьким заляганням ґрунтових вод і невисоким ступенем їх мінералізації, складним мікрорельєфом, а також на легких ґрунтах з високою водопроникністю.

Поливи дощуванням здійснюють середньо- і далекоструминними дощувальними апаратами, які застосовують в стаціонарних і полустаціонарних зрошувальних системах, дощувальних машинах і установках, призначених для розподілу води по зрошувальній ділянці (у вигляді штучного дощу), в якій можуть бути розчинені добрива і механічні домішки, вміст твердого осаду яких не повинен перевищувати 5 г/л. Поливні норми становлять від 200 до 300 м³/га.

Типи і основні параметри дощувальних апаратів наведені в табл.1.

Таблиця 1

Типи і параметри дощувальних апаратів

Тип	Найменування	Параметри		
		Витрати води, м ³ /год	Мінімальний і максимальний тиск, МПа	Дальність польоту струменя, м
1	Середньоструминні	4,8	0,2 - 0,5	10 - 20
2		10,8		15 - 25
3		27		20 - 35
4	Далекоструминні	108	0,5 - 0,7	35 - 50
5		324		40 - 60
6		540		50 - 60
7		864		65 - 75

Дощувальні апарати повинні забезпечити рівномірне зволоження площі зрошувальної ділянки. Це досягається за рахунок досягнення рівномірного розподілу інтенсивності дощу по радіусу струменя води.

2.2 Розподіл води дощувальними апаратами

Розподіл води по довжині струменя існуючими дощувальними апаратами не є рівномірним. На рис. 1 наведено графік розподілу дійсної

інтенсивності дощу далекоструминного апарату (тип 4, табл.1), отриманого дослідним шляхом.

На проекції графіка наведено епюри розподілу інтенсивності дощу в різних поперечних перерізах і середня інтенсивність дощу $\rho_{\text{ср}}$ по кожній епюрі. Ці величини $\rho_{\text{ср}}$ у залежності від довжини струменя зображені у вигляді кривої розподілу на фронтальній проекції графіка.

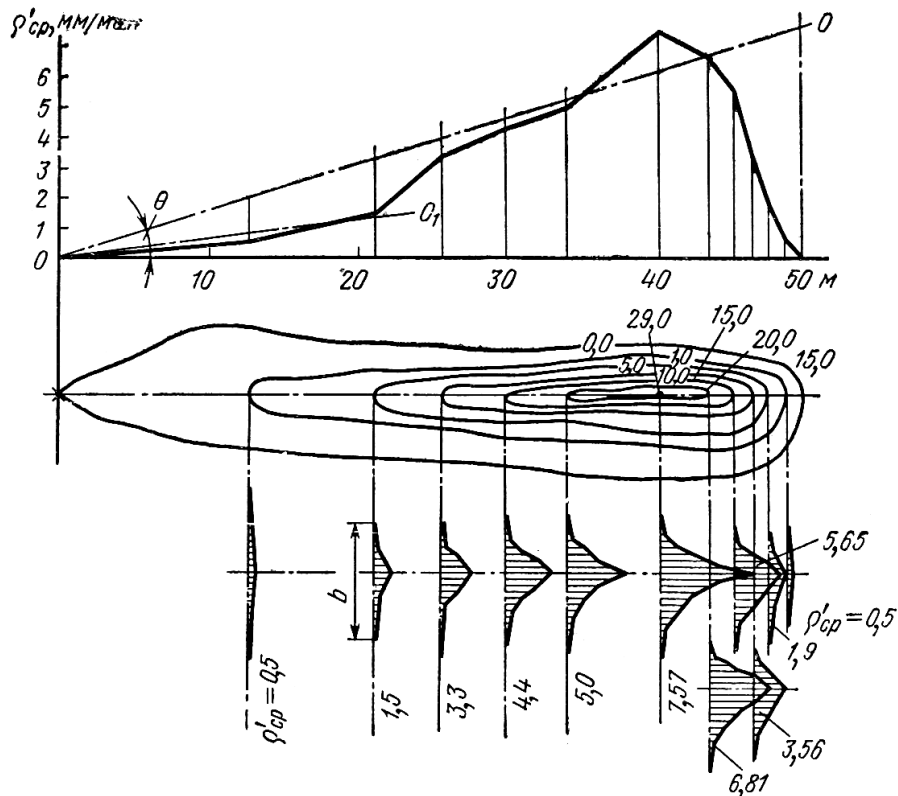


Рисунок 1 – Розподіл інтенсивності дощу по довжині струменя далекоструминного дощувального апарату.

Характер розподілу інтенсивності відповідає бажаному, але при цьому, в початковій частині струменя (до 20 м), води буде недостатньо. Кінцева частина струменя (43 – 50 м) також недостатньо буде зволожувати ділянку. Недостатній полив на початку струменя зазвичай усувають дією на неї механізмів обертання дощувальних апаратів або шляхом встановлення додаткового сопла.

У першому випадку різного роду дефлекторні пристрої або лопати турбінок, періодично входячи в струмінь або постійно знаходячись у ній, створюють порушення потоку води. Тому в початковій частині струменя потік води найбільш інтенсивно розпадається на кра-

плі. Краплі, падаючи поблизу апарата, підвищують рівномірність поливу.

В другому випадку малий ствол із соплом створює додатковий струмінь, який, діючи в зоні недостатнього поливу основного струменя, підвищує загальну рівномірність зрошення. Часто в малий струмінь вводиться нерухома лопатка, що грає роль дефлектора. Недостатній полив, що має місце наприкінці струменя, поповнюється шляхом перекриття зрошуваних площ із сусідніх позицій.

Створення різних технічних засобів поливу передбачає одну зі своїх цілей – рівномірний розподіл води по площі поливу. Це приводить до економії води, створення сприятливих умов для вирощування рослин, запобігання водної ерозії ґрунтів.

Однак, через технічні можливості впливу умов використання засобів поливу, здійснити цю мету дуже складно. Тому всі розроблювальні технічні засоби поливу проходять стадію дослідів, на яких як один з показників оптимізації визначається зона ефективного поливу. Моделювання розподілу дощу при досліді дощувальних машин дозволяє на підставі інформації, отриманої в польових умовах, визначити оптимальну схему розміщення дощувальних машин на позиціях, що забезпечують екстремальне значення вихідного параметра – коефіцієнта ефективності поливу

$$K_{ef} = F_{эф} / F_{заг}$$

де $F_{эф}$ – ефективно полита площа;

$F_{заг}$ – загальна полита площа.

Відповідно до нормативних матеріалів по досліді дощувальних машин, $F_{эф}$ и $F_{заг}$ визначаються на підставі карти дощу, що будується розрахунковим шляхом за результатами експерименту для визначеної схеми розміщення дощомірів і дощувальної установки.

При розрахунку карти дощу враховується можливе перекриття в результаті паралельних проходів мобільної машини або стаціонарної, що стоїть на сусідній позиції.

Математична модель розподілу дощу формалізує побудову карти розподілу дощу для однієї з позицій. Розраховуючи карту для різних позицій, можна за критерієм $K_{\text{эф}} = \max$ вибрати найкращу схему руху або розміщення дощувального апарату.

2.3 Меліоративна класифікація ґрунтів по показниках усмоктування

На основі аналізу можливого ефективного застосування різних видів дощувальної техніки розроблена меліоративна класифікація для ґрунтів суглинного механічного складу за ознакою (показником) **усмоктування для територій** з ухилом $I \leq 0,01$.

Класифікація ґрунтів суглинного механічного складу:

1 $P_0 < 10$ мм – дуже низьке. Дощування практично не застосовано, крім особливих випадків – зволожувальні поливи імпульсними добувачами і деякими апаратами повільного дощування;

2 $P_0 = 11 - 25$ мм – низьке. Можливе застосування імпульсних добувачів, апаратів повільного дощування;

3 $P_0 = 26 - 50$ мм – знижене. Застосовані головним чином у лісостеповій зоні ДМ типу «Волжанка» (25 – 50 мм), «Ока» (20 – 40 мм);

4 $P_0 = 51 - 55$ мм – середнє. Застосовані комплекти типу КИ-50, ДМ «Днепр» (25 – 50 мм), «Кубань» (25 – 40 мм), «Фрегат» (20 – 50 мм). Далекоструминні ДМ типа ДДН-70, можна використовувати для поливу косовиць і пасовищ, а ДДА-100МА- овочевих культур переважно в лісовій і лісостеповій зонах;

5 $P_0 = 76 - 100$ мм – підвищене. Застосовані практично всі дощувальні машини й установки в усіх природних зонах. Але, машини з далекоструминними апаратами доцільно використовувати для поливу угідь захищеним рослинним покривом, а ДДА-100МА – овочевих і кормових культур у лісовій і лісостеповій зонах;

6 $P_0 = 101 - 125$ мм – високе. Практично можна використовувати усі види дощувальної техніки (обмеження для далекоструминних ДМ і апаратів ДДА-100МА залишаються);

7 $P_0 > 125$ мм – дуже високе. Дуже гарні умови для застосування усіх видів дощувальної техніки;

З приведеної класифікації виходить, що суглинні каштанові ґрунти і чорноземи відносяться переважно до ґрунтів з *середньою безпідприємною водопроникністю*.

При позиційному поливі фактично поливається вся зрошувана площа з однієї позиції. У цьому випадку бажано дотримання рівності між інтенсивністю поливу і швидкістю усмоктування або, у всякому разі, бажано, щоб інтенсивність полива не перевищувала цю швидкість. У протилежному випадку зрошувальна вода не буде встигати усмоктуватися. Це приведе до утворення калюж і стоку, що небажано з агротехнічної точки зору.

При поливі далекоструминними і середньоструминними дощувальними апаратами зона поливу безупинно повертається (зона поливу – це площа, яка підлягає зрошуванню у певний момент часу). Час дії дощу у кожній точці зрошувального кола обмежений шириною смуги зрошування і кутовою швидкістю обертання апарата. Між повторними поливами даної точки проходить час, який залежить від швидкості, протягом якого зрошувальна вода буде усмоктуватися ґрунтом. Бажано, щоб шар опадів, який утворюється за один повний цикл обертання дощувального апарату (прохід струменя), мав би дорівнювати тому шару води (або менше його), при якому такий шар води зможе всмоктатися за час повного циклу обертання дощувального апарату для даної точки.

3 ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Послідовність виконання роботи:

- зібрати установку і розставити дощоміри за схемою, яка наведена на рис. 2;
- встановити краном необхідний тиск P і на 15 хв включити подачу води;
- заміряти об'єм води у кожному дощомірі за допомогою мірної склянки, а отримані значення додати до таблиці 2;

Таблиця – 2 Данні щодо визначення рівномірності розподілу дощу по площі поливу дощувальним апаратом

Номер дощоміра в ряді	Обсяг води в дощомірі W , мм ³				
	Інтенсивність дощу, мм/хв				
	Номер рядку				
	1	2	3	4	5
1					
2					
3					

- розрахувати висоту шару опадів за формулою:

$$h = W/F_d$$

де h – висота шару опадів, мм;

W – об'єм води в дощомірі, мм³;

F_d – приймальна площа дощоміра, мм².

$$F_d = \frac{\pi d^2}{4},$$

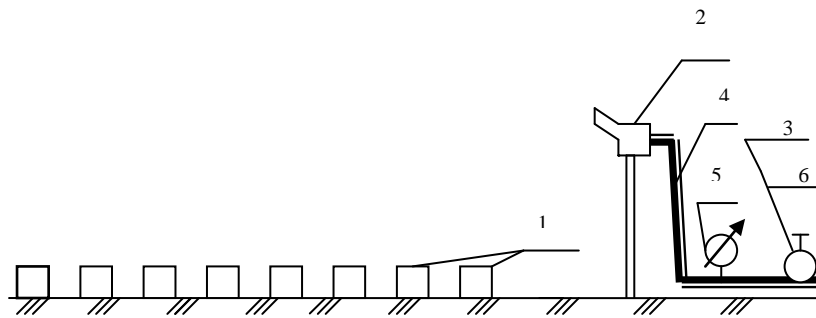
де d – діаметр дощоміра, мм;

- інтенсивність дощу (ρ) і висоту шару опадів визначають за об'ємом води, який подається дощувальним апаратом за одиницю часу на визначену площу. Інтенсивність дощу по кожному дощоміру обчислюють за формулою:

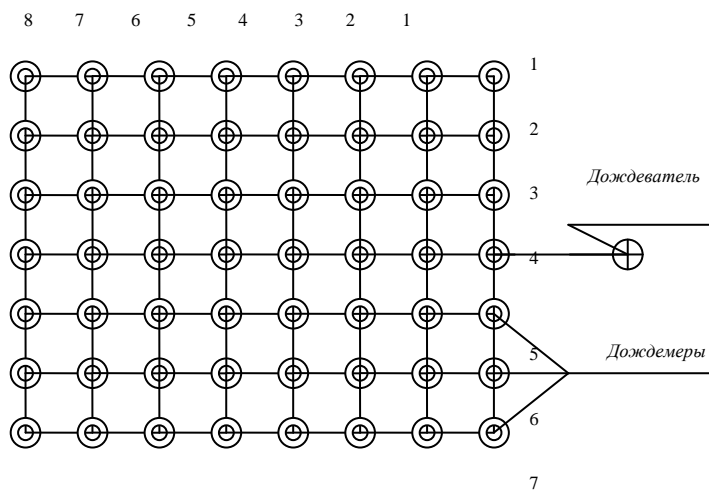
$$\rho = h / t,$$

де t – тривалість роботи дощувального апарату, хв.

Дані інтенсивності дощу зводять у таблицю 2.



а)



б)

1 – дощомір; 2 – дощувальний апарат; 3 – кран;
4 – поліетиленовий трубопровід; 5 – манометр; 6 – трійник.

Рисунок 2 – Схема установка для проведення досліджень щодо визначення якості роботи дощувального апарату:

а) установка; б) схема розміщення дощомірів.

- знайти середнє значення (ρ_{cp}) вимірювальної величини, її стандартне відхилення σ і коефіцієнт варіації v .

В цьому випадку середньоарифметичне значення інтенсивності дощу можна визначати по формулі:

$$\rho_{cp} = \frac{\sum_1^n \rho_i}{n},$$

де n – кількість спостережень.

- середньоквадратичне відхилення (σ) обчислюють за формулою

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\rho_i - \rho_{cp})^2}{n-1}}$$

- для оцінювання мінливості вимірювальної величини слід обчислити коефіцієнт варіації (v) формулою:

$$v = (\sigma / \rho_{cp}) 100\%;$$

- похибка дослідження (m) обчислюють за формулою:

$$m = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}};$$

- точність дослідження (P) обчислюють за формулою:

$$P = (v / \sqrt{n});$$

- визначити діапазон ефективного поливу, який буде дорівнювати $\rho_{cp} \pm 25\%$.

- підраховують кількість спостережень n_{ef} , у яких інтенсивність дощу попадає у зазначений діапазон;

- коефіцієнт ефективного поливу (K_{ef}) обчислюють за формулою

$$K_{ef} = n_{ef} / n,$$

чим ближче значення цього коефіцієнта до одиниці, тим менше відхилення інтенсивності поливу від зазначених меж або менше площа, полита дощем, інтенсивність якого відхиляється від середньої у великих межах;

- коефіцієнт рівномірності поливу (КРП) обчислюють за формулою

$$KPI=100 \left(1 - \frac{\sum |\rho_{cp} - \rho_i|}{n \cdot \rho_{cp}} \right).$$

4 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Які загальні вимоги до випробувань дощувальних апаратів?
2. Що таке поливна норма?
3. Що таке колектор?
4. Як підготувати дощувальний апарат до проведення випробувань?
5. Як враховують атмосферні фактори при випробуванні дощувальних апаратів і установок?
6. За якими параметрами можна характеризувати якість виконання технологічного процесу зрошування?
7. Що характеризує коефіцієнт варіації при випробуванні дощувальних апаратів?

ДОДАТОК А

Варіанти даних для виконання лабораторної роботи №6
«Дощувальні апарати кругової дії» .

Варіант	№ дощоміра														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	5	23	21	3	2	19	28	23	14	24	3	30	28	26	19
2	26	31	44	10	12	18	14	33	19	27	42	13	25	38	31
3	5	10	34	19	24	37	40	8	7	6	37	37	5	29	9
4	40	33	26	12	10	29	36	29	35	24	37	16	13	31	36
5	12	35	19	30	26	10	49	19	37	52	45	9	16	34	49
6	15	12	7	20	16	18	10	30	23	23	42	52	50	53	18
7	49	40	46	52	15	39	29	36	46	27	45	34	35	49	14
8	28	19	54	7	30	32	34	21	44	35	43	15	28	42	14
9	18	11	28	49	40	8	7	11	52	8	17	17	51	47	48
10	28	8	41	38	24	24	9	34	6	36	45	39	48	33	37
11	13	47	42	42	37	44	40	11	33	36	8	20	19	10	15
12	28	45	41	46	45	46	26	28	34	41	42	12	31	34	7
13	38	16	31	44	35	16	19	28	47	16	41	6	35	27	42
14	37	14	22	34	29	25	45	19	14	25	5	19	11	26	24
15	41	28	12	21	20	15	40	8	39	38	32	7	13	48	9
16	43	49	33	26	14	25	31	29	35	8	40	36	13	34	16
17	30	43	22	46	30	15	8	21	21	49	39	9	32	49	48
18	9	39	26	35	49	23	20	32	20	33	33	43	6	34	34
19	45	49	10	6	48	21	34	23	32	18	23	12	38	7	23
20	45	16	41	12	14	9	19	8	34	16	49	38	11	11	45
21	15	5	40	34	44	23	12	28	8	32	26	31	39	35	39
22	11	38	41	45	26	39	32	36	49	17	37	11	38	27	33
23	34	38	9	25	31	37	22	37	15	49	39	7	13	13	13
24	46	48	48	39	43	26	20	7	6	43	39	13	21	6	17
25	30	5	30	25	23	6	45	38	21	23	22	25	16	43	41
26	47	44	47	48	6	40	32	30	12	17	45	12	28	14	35
27	49	33	43	33	13	9	31	17	45	43	29	38	35	41	41

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7

ВОДНИЙ БАЛАНС ҐРУНТУ

Мета роботи – вивчити методи розрахунку значень показників випаровування і визначення дефіциту вологи в ґрунті (зволоження і випаровуваності).

1 ЗАВДАННЯ

1.1 Ознайомитись з технологічними властивостями ґрунту (вологість, щільність, твердість) [1; 2; 3];

1.2 Навчитись визначати абсолютну та відносну вологість ґрунту.

1.3 Вміти розрахувати значення показників випаровування і дефіциту вологи в ґрунті: зволоження і випаровуваності.

1.4 Скласти звіт за таким змістом:

- номер, найменування та мета роботи;
- поняття про випаровування і випаровуваність;
- обчислення випаровування та дефіциту вологи в ґрунті: випаровуваності і зволоження;
- графік призначення норм і строків поливу за отриманими даними;
- зробити висновок про зміни випаровування та дефіциту вологи в ґрунті на протязі вегетаційного періоду.

2 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Основним джерелом води на землі є атмосферні опади. Вони зволожують ґрунт, живлять ґрунтові води. Велика кількість води поступає в річки, моря і океани, вода з їх поверхні випаровується, в результаті чого в атмосфері утворюється велика кількість водяних парів. Завдяки конденсації і переміщенню водяних парів утворюються дощові хмари, які в областях пониженого тиску дають повторні опади. Такий рух води називають кругообігом води в природі.

Щоб мати уяву про кругообіг води в природі потрібно знати основні складові елементи водного балансу суші.

Водний баланс – кількість вологи, яка надходить і яка витрачається.

Випаровуваність – максимально можливо (потенційне) випаровування при необмежених запасах вологи.

Випаровування – фактичне випаровування води з певної території при існуючих надходженнях вологи.

Основні елементи водного балансу:

- опади;
- випаровуваність, випаровування;
- поверхневий стік.

Джерела надходження вологи:

- атмосферні опади, що випадають безпосередньо на певну територію;
- поверхневі води, що стікають із схилів водозбірної площі;
- води річок і озер, що надходять під час повеней;
- ґрунтові води, що надходять з розташованих вище частин водозбірної площі;
- ґрунтові води, що надходять з підстилаючих шарів;
- конденсація пари повітря в кореневмісному шарі.

Елементи витрати вологи:

- випаровування з поверхні ґрунту і рослин;
- споживання води рослинами (у т. ч. транспірація);
- відтік поверхневих вод за межі ділянки;
- відтік ґрунтових вод за межі певної території;
- проникнення ґрунтових вод у глибші шари;
- проникнення ґрунтових вод у річки і озера, розташованих на певній ділянці.

3 ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Визначити випаровуваність за кожен місяць вегетаційного періоду та в цілому за вегетаційний період за формулою:

$$E_0 = 0,0018 * (25+t)^2 * (100-a),$$

де: E_0 – випаровуваність, мм ;

t – середньомісячна температура повітря, °С;

a – середньомісячна вологість повітря, %.

2 Визначити дефіцит випаровування і дефіцит зволоженості за кожен місяць та за вегетаційний період.

2.1 Дефіцит випаровування визначається за формулою:

$$E_v = E_0 - E,$$

де: E_v – дефіцит випаровування, мм;

E_0 – випаровуваність, мм;

E – випаровування, мм.

2.2 Дефіцит зволоженості визначається за формулою:

$$E_d = E_0 - P,$$

де: E_d – дефіцит зволоженості, мм;

P – сума опадів за місяць, мм.

2.3 Розраховані дані занести до таблиці:

№ з.п.	Показник	Місяці						Всього за період вегетації
		4	5	6	7	8	9	
1	Випаровуваність, E_0							
2	Дефіцит випаровування, E_v							
3	Дефіцит зволоженості, E_d							

2.4 Побудувати залежності за місяцями вегетаційного періоду (приклад графіків наведено на рис.1):

- випаровуваності;
- дефіциту випаровування;
- дефіциту зволоженості.

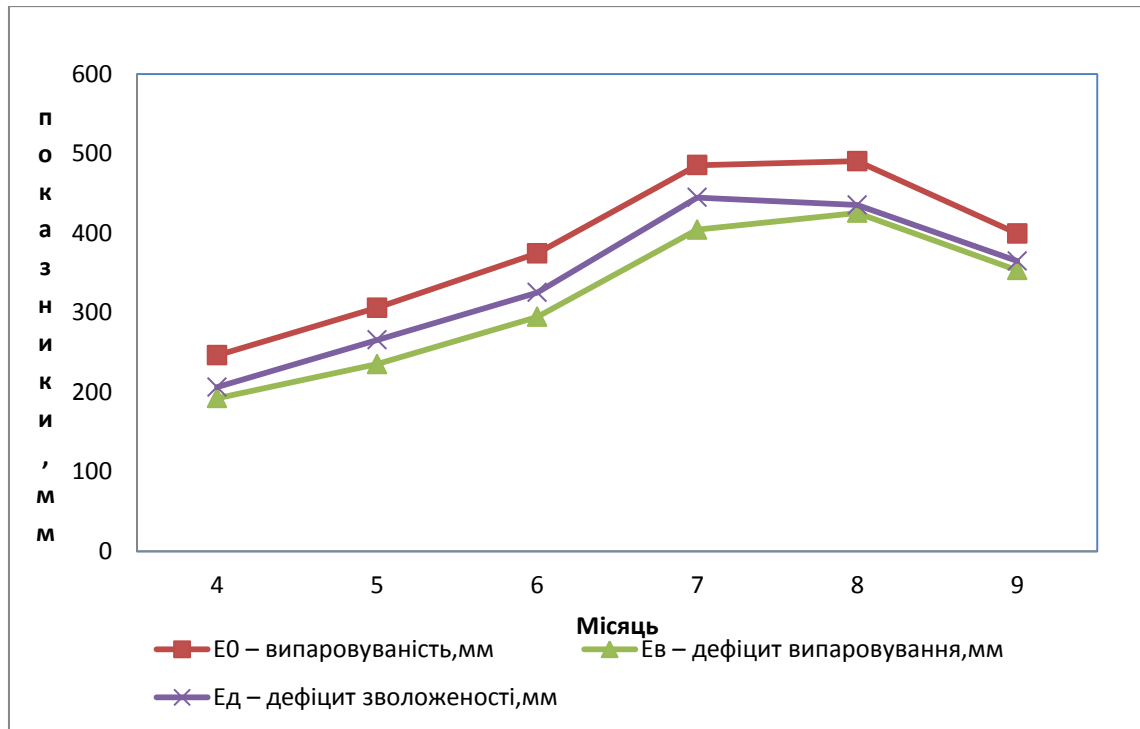


Рисунок 1 – Приклад графіків випаровуваності і дефіцитів: випаровування і зволоженості.

4 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

- 1 Що таке випаровуваність?
- 2 Як визначаються значення показників дефіциту вологи в ґрунті: випаровування та зволоженості?

ДОДАТОК А

Варіанти даних для виконання лабораторної роботи №7
«Водний баланс ґрунту»

Варіант № 1

Показники	Місяці					
	4	5	6	7	8	9
Вологість повітря (a),%	26	23	20	17	19	21
Середньомісячне випаровування (E), мм	54	71	80	81	65	46
Середня місячна температура (t), С ^o	18	22	26	32	33	28
Сума опадів (P), мм	40,1	40,6	49,3	40,5	55,1	34,5

Варіант № 2

Показники	Місяці					
	4	5	6	7	8	9
Вологість повітря (a),%	24	21	19	16	18	20
Середньомісячне випаровування (E), мм	52	72	83	82	66	48
Середня місячна температура (t), С ^o	16	20	24	30	31	26
Сума опадів (P), мм	41,3	41,6	48,3	41,4	54,2	33,5

Варіант № 3

Показники	Місяці					
	4	5	6	7	8	9
Вологість повітря (a),%	29	25	22	19	22	23
Середньомісячне випаровування (E), мм	57	73	82	84	67	49
Середня місячна температура (t), С ^o	17	23	27	33	31	25
Сума опадів (P), мм	39,2	41,1	45,7	41,6	52,2	37,7

Варіант № 4

Показники	Місяці					
	4	5	6	7	8	9
Вологість повітря (а),%	31	26	23	20	23	24
Середньомісячне випаровування (Е), мм	56	72	81	83	65	50
Середня місячна температура (t), С ^о	19	22	25	31	33	29
Сума опадів (Р), мм	41,1	42,1	48,9	41,4	57,1	39,8

Варіант 5

Показники	Місяці					
	4	5	6	7	8	9
Вологість повітря (а),%	27	25	27	20	22	25
Середньомісячне випаровування (Е), мм	57	80	87	82	69	58
Середня місячна температура (t), С ^о	17	23	27	32	30	28
Сума опадів (Р), мм	44,1	44,6	50,4	45,5	57,1	46,5

Варіант 6

Показники	Місяці					
	4	5	6	7	8	9
Вологість повітря (а),%	27	24	22	17	20	21
Середньомісячне випаровування (Е), мм	55	71	79	80	65	47
Середня місячна температура (t), С ^о	19	22	27	35	34	27
Сума опадів (Р), мм	39,8	40,5	49,3	44,5	55,1	44,7

Варіант 7

Показники	Місяці					
	4	5	6	7	8	9
Вологість повітря (a),%	25	20	21	19	20	22
Середньомісячне випаровування (E), мм	51	74	82	87	69	49
Середня місячна температура (t), С ^o	19	20	25	33	33	27
Сума опадів (P), мм	41,1	43,6	50,3	42,5	55,1	44,5

Варіант 8

Показники	Місяці					
	4	5	6	7	8	9
Вологість повітря (a),%	27	25	22	19	20	22
Середньомісячне випаровування (E), мм	56	68	79	81	67	51
Середня місячна температура (t), С ^o	19	24	26	31	30	29
Сума опадів (P), мм	41,2	41,6	50,5	45,7	56,2	35,6

Варіант 9

Показники	Місяці					
	4	5	6	7	8	9
Вологість повітря (a),%	28	25	22	15	16	20
Середньомісячне випаровування (E), мм	54	75	80	81	65	46
Середня місячна температура (t), С ^o	20	25	30	35	33	19
Сума опадів (P), мм	42,2	41,9	50,5	46,7	52,1	44,1

Варіант 10

Показники	Місяці					
	4	5	6	7	8	9
Вологість повітря (a),%	26	24	22	19	17	21
Середньомісячне випаровування (E), мм	54	72	79	81	65	46
Середня місячна температура (t), С°	19	22	27	32	34	29
Сума опадів (P), мм	41,1	40,8	47,3	42,5	52,2	37,5

Варіант 11

Показники	Місяці					
	4	5	6	7	8	9
Вологість повітря (a),%	27	23	20	17	19	21
Середньомісячне випаровування (E), мм	54	71	82	81	67	46
Середня місячна температура (t), С°	20	22	27	32	34	28
Сума опадів (P), мм	42,4	42,6	49,3	41,5	54,3	34,5

Варіант 12

Показники	Місяці					
	4	5	6	7	8	9
Вологість повітря (a),%	24	20	20	17	19	21
Середньомісячне випаровування (E), мм	54	71	79	81	67	46
Середня місячна температура (t), С°	19	22	26	33	33	28
Сума опадів (P), мм	40,1	41,6	49,3	40,5	55,1	34,5

Варіант 13

Показники	Місяці					
	4	5	6	7	8	9
Вологість повітря (a),%	26	23	21	17	19	21
Середньомісячне випаровування (E), мм	54	73	80	81	64	46
Середня місячна температура (t), С°	19	22	26	32	33	28
Сума опадів (P), мм	41,7	40,8	49,3	42,4	55,6	34,5

Варіант 14

Показники	Місяці					
	4	5	6	7	8	9
Вологість повітря (а),%	26	23	20	17	19	21
Середньомісячне випаровування (Е), мм	54	71	80	81	65	46
Середня місячна температура (t), С°	18	22	26	32	33	28
Сума опадів (Р), мм	40,1	40,6	49,3	40,5	55,1	34,5

Варіант 15

Показники	Місяці					
	4	5	6	7	8	9
Вологість повітря (а),%	25	24	20	16	19	22
Середньомісячне випаровування (Е), мм	53	72	80	82	65	44
Середня місячна температура (t), С°	19	23	25	35	33	28
Сума опадів (Р), мм	40,1	41,6	48,3	41,5	54,1	37,5

Варіант 16

Показники	Місяці					
	4	5	6	7	8	9
Вологість повітря (а),%	26	23	20	17	19	21
Середньомісячне випаровування (Е), мм	54	71	80	81	65	46
Середня місячна температура (t), С°	18	22	26	32	33	28
Сума опадів (Р), мм	40,1	40,6	49,3	40,5	55,1	34,5

Варіант 17

Показники	Місяці					
	4	5	6	7	8	9
Вологість повітря (а),%	29	23	20	18	19	20
Середньомісячне випаровування (Е), мм	53	72	80	81	64	47
Середня місячна температура (t), С°	18	21	27	31	34	28
Сума опадів (Р), мм	40,5	41,1	50,4	41,3	55,2	34,6

Варіант 18

Показники	Місяці					
	4	5	6	7	8	9
Вологість повітря (a),%	27	23	20	21	19	22
Середньомісячне випаровування (E), мм	54	70	80	81	66	45
Середня місячна температура (t), С ^o	19	21	25	31	32	28
Сума опадів (P), мм	40,1	40,6	48,3	39,4	55,1	34,5

Варіант 19

Показники	Місяці					
	4	5	6	7	8	9
Вологість повітря (a) %	27	25	21	18	19	22
Середньомісячне випаровування (E), мм	54	72	81	82	66	47
Середня місячна температура (t), С ^o	19	23	25	33	34	29
Сума опадів (P), мм	41,1	41,6	50,3	41,5	56,1	35,5

Варіант 20

Показники	Місяці					
	4	5	6	7	8	9
Вологість повітря (a),%	29	23	20	19	19	25
Середньомісячне випаровування (E), мм	54	74	80	81	65	48
Середня місячна температура (t), С ^o	18	22	29	32	35	28
Сума опадів (P), мм	41,6	42,7	49,3	45,5	55,1	34,5

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №8

РОЗРАХУНКОВІ МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ НОРМ ТА СТРОКІВ ПОЛИВУ

Мета роботи – набути вміння щодо самостійного використання розрахункових методів визначення норм та строків поливу.

1 ЗАВДАННЯ

1.1 Ознайомитись з загальними положеннями визначення норм та строків поливу.

1.2 Оволодіти розрахунковим методом визначення норми та строків поливу плодкових дерев.

1.3 Скласти звіт за таким змістом:

- номер, тема та мета роботи;
- описати поняття режиму зрошення;
- виконати розрахунки та скласти графік визначення норм і строків поливу (індивідуальні вихідні дані надаються викладачем у вигляді таблиці, форма якої наведена у додатку А);
- зробити відповідні висновки.

2 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Кількість всієї зрошувальної води, поданої на поле для поливів сільськогосподарської культури, становить її **зрошувальну норму**. Зрошувальна норма заповнює нестачу води, необхідної для нормального водопостачання культурних рослин. Тому, знаючи величину загального водоспоживання і природного водопостачання, в найбільш загальному вигляді можна розрахувати зрошувальну норму по формулі:

$$M_{зр} = E - h_{он} - \Delta m,$$

де $M_{зр}$ – зрошувальна норма, м³/га;

E – сумарне водоспоживання за період вегетації, м³/га;

$h_{он}$ – сума корисних опадів за той самий період, м³/га,

Δm – використаний запас вологи із ґрунту, м³/га.

Для кожного полива важливо правильно визначити **поливну норму**, тобто кількість води, яка подається на 1 га поля за один полив.

Поливи, які проводять за визначеним планом для одержання високого врожаю даної культури, становлять її **поливний режим або режим зрошування**, який виражається схемою поливів. Це перелік всіх поливів із зазначенням часу їх проведення та поливних норм.

Сумарне випаровування, або **евапотранспірація (ЕТ)** – це поєднання двох окремих процесів, при яких ґрунт втрачає воду через випаровування, а рослини – через транспірацію (рисунок 1).

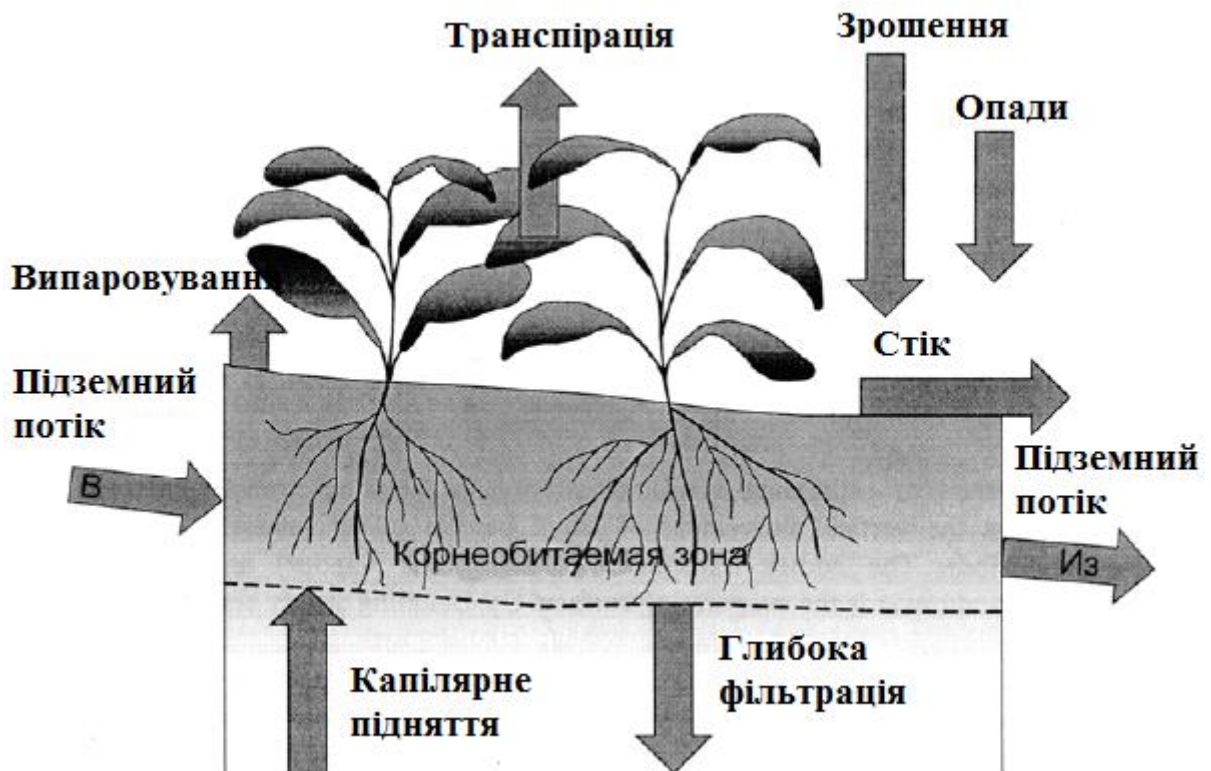


Рис.1. Схема руху води в системі «Рослина-ґрунт».

Випаровування характеризується процесом перетворення води в пару (пароутворення) і видалення з поверхні, що випаровує (видалення пари). Вода випаровується з безлічі поверхонь – озера, річки, покриття, ґрунту і рослин. Для перетворення молекул води в молекули пари потрібна енергія. Ця енергія забезпечується сонячною радіацією і температурою повітря. Рушійною силою, що відриває пар від поверхні випаровування, є різниця між тиском парів води на

поверхні, що випаровує, і в атмосфері. У міру випаровування навколишнє повітря насичується паром, процес випаровування сповільнюється і може припинитися, якщо вологе повітря не буде переміщене в атмосферу. Заміна насиченого вологою повітря більш сухим залежить в основному від швидкості вітру. Отже, при розгляді процесу випаровування основними факторами є: сонячна радіація, температура повітря, вологість повітря та швидкість вітру.

Транспірація складається з перетворення води, що міститься в тканинах рослин, в пару і його переміщення в атмосферу. В основному, рослини випаровують воду через листя. У листі рослин є дрібні отвори, через які проходять гази і вода. Утворення пари відбувається всередині листа, а саме в міжклітинному просторі і його обмін з атмосферою контролюється цими отворами. Майже вся вода, взята корінням з ґрунту, витрачається на транспірацію і лише незначна її частина використовується всередині рослини. Транспірація, подібно прямому випаровуванню, залежить від надходження енергії, градієнта тиску пари і швидкості вітру. Отже, при оцінці транспірації необхідно врахувати такі фактори, як радіація, температура повітря, вологість повітря і параметри вітру.

Для розрахунку евапотранспірації можуть бути використані різні методи. Наприклад, Пенман об'єднав методи енергетичного балансу і масопереносу і вивів рівняння для розрахунку випаровування з відкритої водної поверхні за стандартними кліматичними замірами сонячної радіації, температури, вологості і швидкості вітру.

Цей комбінований метод був надалі розвинений багатьма дослідниками і поширений на сільськогосподарські землі шляхом введення факторів опору.

Комбіноване рівняння розрахунку евапотранспірації λ_{ET} Пенмана-Монтейта має наступний вигляд:

$$\lambda_{ET} = \frac{\Delta(R_n - G) + \rho_a c_p \frac{(e_s - e_a)}{r_a}}{\Delta + \gamma \left(1 + \frac{r_s}{r_a}\right)},$$

де R_n – чиста радіація;

G – тепловий потік ґрунту;
 $(e_s - e_a)$ – дефіцит тиску пари в повітрі;
 ρ_a – середня щільність повітря при постійному тиску;
 c_p – питома теплота повітря;
 Δ – величина тиску насиченої пари від температури;
 γ – психрометрична постійна;
 r_s і r_a – сукупні поверхневий і аеродинамічний опори.

Штойко Д.А. при розрахунках водоспоживання за основу приймав температуру і відносну вологість повітря (біофізичний метод). Цей метод базується на тому, що за оптимальної вологості ґрунту процес випаровування практично не регулюється рослиною і ґрунтом, оскільки надходження вологи до поверхні випаровування не обмежене. В цих умовах сумарне випаровування визначається, головним чином, зовнішніми кліматичними факторами випаровування (вологість повітря, температура). В початковий і кінцевий періоди вегетації пропонується користуватися формулою:

$$E = \sum T \left(0,1 T_c - \frac{r}{100} \right) .$$

В інші періоди

$$E = \sum T \left(0,1 T_c + \frac{r}{100} \right) ,$$

де $\sum T$ – сума середньодобових температур повітря за розрахунковий період;

T_c – середньодобова температура повітря за той самий період;

r – середня відносна вологість повітря за цей період.

При підрахунку зрошуваної норми у кількість опадів (h_{on}) опади менше 5мм не враховують, оскільки вони не впливають на вологість кореневмісного шару. Але й опади більше 5 мм не повністю вбираються ґрунтом: частина вологи випаровується до поглинення ґрунтом, частина втрачається внаслідок стоку та інших причин (рис.1). Для просапних культур коефіцієнт поглинання опадів ґрунтом на півдні України становить 0,7, для культур звичайної рядкової сівби – 0,6.

При близькому рівні підґрунтових вод рослини використовують їх, але величина цього виду водоспоживання важко піддається обліку. Вона залежить від глибини залягання підґрунтових вод, ступеня їх мінералізації, механічного складу ґрунту, культури та інших умов.

Приблизна кількість підґрунтових вод, що може бути використана сільськогосподарськими культурами, наведена в таблиці, м³/га

Механічний склад ґрунту	Глибина залягання підґрунтових вод, м				
	1,0	1.5	2,0	2.5	3,0
Польові культури					
Легкосуглинистий	1200	1000	500	-	-
Середньосуглинистий	1500	1200	600	200	-
Важкосуглинистий	2000	1500	1000	500	200
Важкоглинистий	2500	2000	1500	1000	400
Овочеві культури					
Легкосуглинистий	1000	700	-	-	-
Середньосуглинистий	1200	900	600	-	-
Важкосуглинистий	1800	1200	800	-	-
Важкоглинистий	2000	1500	800	200	-

2.1 РОЗРАХУОК НОРМИ ТА СТРОКІВ ПОЛИВУ ПЛОДОВИХ ДЕРЕВ

Потрібний об'єм зрошувальної води, який компенсує недостачу природного зволоження для підтримання вологості ґрунту в оптимальних межах протягом всього вегетаційного періоду на площі

1 га, називається зрошувальною нормою $M_{зр}$. Її визначають як різницю загального водоспоживання і природного приходу води:

$$M_{зр} = E - 10 \mu h_{оп} - \nabla t - m_r \quad (1)$$

- де $M_{зр}$ – зрошувальна норма, м³/га;
 E – сумарне водоспоживання, м³/га;
 $h_{оп}$ – опади, мм;
 μ – коефіцієнт використання опадів; для вегетаційного періоду $\mu = 0,6 - 0,8$;
 ∇t – використаний запас вологи із ґрунту, який визначається як різниця між запасами вологи на початку $m_{Пі}$ наприкінці m_k зрошувального періоду, м³/га. Можна прийняти $\nabla t = 0$;
 m_r – об'єм води, який надходить при підживленні від ґрунтових вод, що близько залягають, м³/га.

Зрошувальну норму подають за декілька прийомів у вигляді окремих поливів (поливних норм).

Поливну норму (дм³/дер.) визначають за формулою

$$m_d = HF_d \frac{P}{100} \left(\frac{W_{p.MAX}}{100} - \frac{W_{p.MIN}}{100} \right) \quad (2)$$

- де m_d – поливна норма, дм³/дер.;
 F_d – площа поливу дерева, дм²;
 H – глибина активного шару, дм;
 P – пористість ґрунту, %;
 $W_{p.MAX}, W_{p.MIN}$ – частка вологи від пористості ґрунту P після поливу і перед ним, %.

Сумарне водоспоживання деревами розраховують, виходячи із середньодобового водоспоживання (табл. 1).

Середньодобове водоспоживання деревом (дм³/дер.) визначається за формулою:

$$m_{доб} = m \frac{k_1}{k_2} F_d = m k_3 F_d = m 10^{-1} F_d, \quad (3)$$

де m – середньодобове водоспоживання деревами, $\text{м}^3/\text{га}$;
 k_1 – коефіцієнт переведення м^3 в дм^3 , $k_1 = 10^3$;
 k_2 – коефіцієнт переведення га в м^2 , $k_2 = 10^4$;
 F_0 – площа поливу дерева, м^2 ;
 k_3 – коефіцієнт, $k_3 = 10^{-1}$.

Таблиця 1

Середньодобове водоспоживання деревами

Місяці	Шар води, мм	$\text{м}^3/\text{га}$
Травень	3 – 4	30 – 40
Червень	3 – 4	30 – 40
Липень	5 – 6	50 – 60
Серпень	4 – 5	40 – 50
Вересень	2 – 3	20 – 30

Забезпеченість рослин опадами h_{OP} приймають згідно з вихідними даними з орієнтовним розподілом по місяцях (табл. 2).

Таблиця 2

Орієнтовний розподіл атмосферних опадів по місяцях, %

Місяці	Процент
Травень	40 – 45
Червень	35 – 25
Липень	10 – 15
Серпень	10 – 5
Вересень	5 – 10

Використання ґрунтових вод деревами залежить від рівня їх залягання і типу ґрунтів, на яких знаходяться останні (табл. 3).

Дефіцит водного балансу по місяцях (дм^3) визначається як різниця між витратами води та використаними деревами атмосферними опадами і запасами ґрунтової вологи по місяцях.

Дефіцит водного балансу наростаючим підсумком (дм^3) визначається як різниця між витратами води та використаними деревами атмосферними опадами запасами ґрунтової вологи наростаючим підсумком.

Таблиця 3

Використання ґрунтових вод деревами

Рівень ґрунтових вод h , м	Шар води, мм		м ³ /га	
	Суглинисті ґрунти	Глинисті ґрунти	Суглинисті ґрунти	Глинисті ґрунти
1,00	250	350	2500	3500
1,25	200	250	2000	2500
1,50	150	200	1500	2000
1,75	125	150	1250	1500
2,00	80	100	800	1000

Складаючи водний баланс розрахункового шару ґрунту по періодах вегетації, наприклад, по декадах, можна визначити поливні норми і число поливів.

Використання ґрунтових вод деревами по місяцях можна прийняти згідно з табл. 4.

Таблиця 4

Розподіл використання ґрунтових вод по місяцях

Місяці	Процент
Травень	25 - 30
Червень	25
Липень	25
Серпень	20
Вересень	5 - 0

2.2 Алгоритм визначення норм і строків поливу дерев

Прийmemo наступні вихідні дані:

- забезпеченість дерев опадами, % 25
- коефіцієнт використання опадів μ 0,7
- рівень ґрунтових вод h , м. 1,75
- тип ґрунту Суглинистий
- глибина активного шару H , м 0,40
- пористість ґрунту P , %. 60
- частка вологи від пористості ґрунту після поливу $W_{p.MAX}$, % 60
- частка вологи від пористості ґрунту перед поливом $W_{p.MIN}$, %. 40
- діаметр залягання коренів дерев, дм 10

Алгоритм послідовності розрахунків:

1 Відповідно до табл. 1 приймаємо середньодобове водоспоживання деревами по місяцях: травень – 30 м³/га; червень – 36 м³/га; липень – 50 м³/га; серпень – 45 м³/га; вересень – 20 м³/га.

Згідно з (3) середньодобове водоспоживання деревом в травні буде складати:

$$m_{\text{доб}} = m10^{-1}F_d = m * 10^{-1} * \frac{\pi d^2}{4} =$$

$$30 * 10^{-1} * \frac{3,14 * 1^2}{4} = 2,344 \text{ , дм}^3/\text{дер.}$$

де: d – діаметр кола поливу дерева, м.

Знаходимо, що середньодобове водоспоживання (деревом в червні буде складати 2,75 дм³; в липні – 3,925 дм³; в серпні – 3,53 дм³; в вересні – 1,57 дм³.

Враховуючи кількість днів в травні, визначаємо, що за цей місяць споживання води деревом складе:

$$2,355 * 31 = 73 \text{ дм}^3.$$

Аналогічно споживання води деревом складе:

- в червні 83 дм³;
- липні – 122 дм³;
- серпні – 109 дм³;
- в вересні – 47 дм³.

За вегетаційний період – 434 дм³.

Розрахунки споживання води деревом (по місяцях та наростаючим підсумком) заносимо в графу 1 та 2 табл. 5.

2 Визначаємо атмосферні опади, що випадають, а також використані рослинами по місяцях та наростаючим підсумком, дм³.

Згідно з забезпеченістю дерев опадами (за вихідними даними 25%), визначаємо, що використані рослинами опади:

$$h_{\text{оп}} = 434 * 0,25 = 108 \text{ дм}^3.$$

Приймаючи орієнтовний розподіл опадів по місяцях (табл. 2):

- травень – 40 %;
- червень – 35 %;
- липень і серпень – по 10 %;
- вересень – 5 %,

знаходимо атмосферні опади, використані рослинами по місяцях та наростаючим підсумком і заносимо в графі 4 і 5 (табл.5).

В травні дерево використає атмосферні опади:

$$108 * 40 / 100 = 43 \text{ дм}^3.$$

Аналогічно визначаємо атмосферні опади, використані деревом в інших місяцях.

Для коефіцієнта використання опадів $\mu = 0,7$ визначаємо атмосферні опади, що випадають по місяцях і заносимо в графу 3 табл.5.

Для травня атмосферні опади складуть:

$$43 / 0,7 = 61 \text{ дм}^3.$$

3 Для суглинистого ґрунту з рівнем ґрунтових вод $h = 1,75$ м знаходимо (табл. 3), що дерево за вегетаційний період використає запаси ґрунтової вологи:

$$m_{\text{гд}} = m_r 10^{-1} F_d = m_r * 10^{-1} * \frac{\pi d^2}{4} = 1250 * 10^{-1} * \frac{3,14 * 1^2}{4} = 98 \text{ дм}^3.$$

При розподілі використання ґрунтових вод по місяцях (табл. 4):

- травень – 30%;
- червень – 24%;
- липень та серпень – по 20%;
- вересень – 6%;

визначаємо запаси ґрунтової вологи, що використовуються деревами по місяцях та наростаючим підсумком і заносимо в графи 6 та 7 (табл. 5).

4 Використовуючи дані граф 4 та 6 (табл. 5), заповнюємо графу 8, а використовуючи дані граф 5 та 7, заповнюємо графу 9.

5 Дефіцит водного балансу по місяцях (графа 10) визначається як різниця між витратами води (графа 1) та використаними деревами атмосферними опадами запасами ґрунтової вологи по місяцях (графа 8).

6 Дефіцит водного балансу наростаючим підсумком (графа 11) визначається як різниця між витратами води (графа 2) та атмосферними опадами і запасами ґрунтової вологи наростаючим підсумком (графа 9).

9 Будуємо криву дефіциту водного балансу наростаючим підсумком (графа 11. табл. 5).

10 Згідно з (2) визначаємо орієнтовну поливну норму (дм³/дер.).

Для $H = 4$ дм, при діаметрі розміщення коріння 10 дм площа поливу буде дорівнювати:

$$F_{\partial} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 * 10^2}{4} = 78,5 \text{ дм}^2,$$

$$P = 60\%; W_{p.MAX} = 60\%; W_{p.MIN} = 60\%$$

Тоді

$$m_{\text{д}} = 4 * 78,5 * \frac{60}{100} * \left(\frac{60}{100} - \frac{40}{100} \right) = 37,68 \text{ дм}^3.$$

Полівну норму приймаємо 38 дм³/дер.

Таблиця 5 – Графік режиму поливу дерев за дефіцитом водного балансу

Декади	1			2			3			4			5			6			7		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Місяці	Травень			Червень			Липень			Серпень			Вересень								
1. Витрати води деревом по місяцях, дм ³	73			83			122			109			47								
2. Витрати води деревом наростаючим підсумком, дм ³	73			156			278			387			434								
3. Атмосферні опади, що випадають помісяцях, дм ³	61			54			16			16			7								
4. Атмосферні опади, використані деревом по місяцях, дм ³	43			38			11			11			5								
5. Атмосферні опади, використані деревом наростаючим підсумком, дм ³	43			81			92			103			108								
6. Запаси ґрунтової вологи, що використовуються деревом по місяцях, дм ³	30			24			18			20			6								
7. Запаси ґрунтової вологи, що використовуються деревом наростаючим підсумком, дм ³	30			54			72			92			98								
8. Атмосферні опади та запаси ґрунтової вологи, що використовуються деревом по місяцях, дм ³	73			62			29			31			11								
9. Атмосферні опади та запаси ґрунтової вологи, що використовуються деревом наростаючим підсумком, дм ³	73			135			164			195			228								
10. Дефіцит водного балансу по місяцях, дм ³	0			21			93			78			36								
11. Дефіцит водного балансу наростаючим підсумком, дм ³	0			21			114			192			228								
12. Номери поливів і поливні норми, дм ³	1-38						2-38 3-38 4-38			5-38 6-38			7-38								
13. Строки поливів	31.05						6.07 17.07 31.07			15.08 28.08			30.09								

Примітка. Цифри на графіку означають номери поливів.

11 Приймаючи поливну норму, знаходимо строк поливу (середній його день) як точку перетину запасу вологи в ґрунті після поливу з кривою дефіциту вологості.

3 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

- 1 Що входить у поняття режиму зрошення?
- 2 Що таке транспірація?
- 3 Що називають загальним водоспоживанням?
- 4 Що таке зрошувальна і поливна норма?
- 5 Як визначають норми і строки поливу?
- 6 Як визначити забезпеченість культурних рослин природною вологою?

ДОДАТОК А

Форма щодо надання вихідних даних для лабораторної роботи №8
«Розрахункові методи призначення норм та строків поливу»

Номер варіанта	1	2	3	4	5	6	7
Параметр							
Забезпеченість дерев опадами, %							
Коефіцієнт використання опадів μ							
Рівень ґрунтових вод h , м							
Глибина активного шару H , м							
Пористість ґрунту P , м							
Частка вологи від пористості ґрунту після поливу $W_{p.max}$, %							
Частка вологи від пористості ґрунту перед поливом $W_{p.min}$, %							
Діаметр залягання коренів дерев, дм							
Тип ґрунту							

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №9

ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДОЩУВАЛЬНИХ МАШИН ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЇХ ПОТРЕБИ

Мета роботи – вивчити технічні характеристики дощувальних машин та методи визначення їх потреби для зрошування сільськогосподарських культур.

1 ЗАВДАННЯ

1.1 Вивчити:

- типи дощувальних машин та їх технічні характеристики [1; 2;3];
- методи визначення їх потреби для зрошування сільськогосподарських культур [1; 2;3];

1.2 Скласти звіт по роботі за таким змістом:

- номер, найменування та мета роботи;
- навести технічні характеристики дощувальних машин;
- формули обчислення їх потреби для зрошування сільськогосподарських культур.

2 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Головна умова ефективного застосування дощувальних машин – відповідність між всмоктуванням води в ґрунт і інтенсивності штучного дощу. При допустимій інтенсивності дощу в ґрунт подається поливна норма, але не утворюються калюжі і відсутній стік води на полі.

Допустима інтенсивність дощу для різних типів ґрунтів становить:

- важких – 0,1- 0,2 мм/хв;
- середніх – 0,2- 0,3;
- легких – 0,5- 0,6мм/хв.

Важливе значення для зрошення дощуванням має розмір краплин штучного дощу.

При діаметрі краплин понад 1-2 мм відбувається:

- ущільнення ґрунту;
- руйнування його структури (водна ерозія);
- пошкодження листків, квіток та зав'язі рослин.

2.1 Типи дощувальних машин

Для поливу с-г. культур в основному використовуються такі типи і марки дощувальних машин вітчизняного виробництва:

- далекоструминні – ДЧП-30, ДДН-70, ДДН-100 (150);
- середньоструминні – «Фрегат», «Волжанка», ДФ-120 «Днепр», КН-25, КН-50А «Радуга», «Циклон»;
- короткоструминні – дощувальні агрегати ДДА-100М, ДДА-100МА і дощувальна машина «Кубань».

2.2 Технічна характеристика дощувальних машин

Далекоструминні дощувальні машини.

1. Дощувальний агрегат ДЧП-30. Призначений для поливу овочевих і технічних культур, садів, розсадників. Агрегат працює позиційно з відкритих тимчасових зрошувальних каналів. Складається із самохідного шасі (Т-16м-мч), двоступеневого редуктора з насосом ЧК-6, двигуна Д-37м потужністю 40 к. с., всмоктувального трубопроводу, дощувального апарата ДД-30. Витрата води становить 28 л/с. Середня інтенсивність дощу становить 0,46 мм/хв. Відстань між гідрантами і зрошувачами – 90 м. Площа, яку може обслужити за сезон становить 30 га.

2. Дощувальна машина ДДН-70 Є (начіпна). Призначена для поливу лук, пасовищ, овочевих і технічних культур, садів, розсадників. Приводиться в дію від валу відбору потужності трактора. Складається з рами, насоса-редуктора, повторного механізму з стволем, черв'ячного редуктора, всмоктуючого трубопроводу, механізму заправки насоса водою та гідропідживлювача для внесення добрив разом з поливною водою. Машина забирає воду із відкритої зрошувальної мережі і має пристрій для підключення всмоктувальної лінії до гідрантів закритої мережі або розбірних трубопроводів. Витрата води становить 65 л/с,

середня інтенсивність дощу – 0,41 мм/хв. Відстань між гідрантами – 110 м, між дощувачами – 100 м. Площа, яка обслуговується за сезон, становить 70 га.

3. Дощувальна машина ДДН-100. Призначена для поливу овочевих, картоплі, зернових і технічних культур, садів і трав. Забір води здійснюється від гідрантів закритих трубопроводів або з відкритої мережі. Полив відбувається позиційно. Агрегується з тракторами 3-4 класу (ДТ.75м,Т-50К). Витрата води залежно від моделі (є три моделі) становить від 85, 200, 115 л/с, середня інтенсивність дощу – 0,65 мм/хв. Відстань між зрошувачами – 110-120 м, між гідрантами 100-145 м. Площа, яка обслуговується за сезон, становить 50-80 га (3 модель), 100-120 га (1 і 2 моделі).

Середньоструминні дощувальні машини.

1. Самохідна дощувальна машина «Фрегат». Використовується для поливу зернових, овочево-баштанних і технічних культур, у тому числі й довгостеблих, а також багаторічних трав, лук і пасовищ. Полив здійснюється по колу. Залежно від природно-кліматичних умов зони зрошення використовують машини «Фрегат» різних модифікацій ДМ, ДМУ. Вони різняться кількістю самохідних опор і режимом роботи, робочим напором, витратою води, інтенсивністю дощу. Машина має вигляд трубопроводу довжиною 199-572 м, встановленого на одній нерухомій і 1-20 самохідних опорах – візках. Трубопровід розміщений на висоті 2,2 м над поверхнею ґрунту і складається з окремих сталевих оцинкованих труб довжиною: 2,45; 4,87; 9,75 м.

У машині типу ДМУ діаметр труб становить 177,8 до 7-ї опори, а від 7-ї до кінцевої – 152,4 мм (кількість опор 12-16). Машини типу ДМУ мають марки ДМУ-А і ДМУ-Б, які відрізняються за будовою трубопроводів:

- на машині ДМУ-Б встановлено трубопровід діаметром 177,8 мм до 6-ї опори, а з 6-ї до кінцевої – діаметром 152,4 м (кількість опор 13-20);
- на машинах ДМУ-А всі труби мають діаметр 152,4 мм, є також гнучкі вставки. Машини складено з уніфікованих прольотів 9 типів.

Привід дощувальної машини гідравлічний. Рухається вона за рахунок енергії (напору) води, що подається від гідрантів закритої зрошувальної мережі або з свердловини у трубопровід машини і гідро двигунами самохідних опор. Вода по поверхні поля розподіляється середньострумінними і одним далекострумінним дощувальним апаратом.

Витрата води для ДМ – становить – 58-100 л/с, ДМУ-А – 28-75, ДМУ-Б – 60-90 л/с, середня інтенсивність дощу відповідно 0,18-0,23; 0,17-0,30; 0,18-0,31 мм/хв. Площа, яка обслуговується за сезон для ДМ – 40-72 га, ДМУ-А – 16-55 га, ДМУ-Б – 52-112 га.

2. Дощувальна машина ДКШ-64 «Волжанка». Призначена для поливу дощуванням зернових, деяких видів овочевих, технічних культур, багаторічних трав, лук і пасовищ, інших культур, які не бувають вищі 1м. Машина працює від закритої мережі, а при наявності пересувних насосних станцій може використовуватися на ділянках з відкритою зрошувальною мережею.

Складається з двох поливних крил, середньострумінних дощувальних апаратів та привідних візків. Крила розміщені по обидві сторони польового трубопроводу зрошувальної мережі. Машина випускається у 8 варіантах по довжині трубопроводу і витраті води. Поливне крило складається з труб. Довжина труби становить 12,6 м, а діаметр – 130 см. Витрата води 64 л/с. Середня інтенсивність дощу 0,35 мм/хв.. Відстань між зрошувачами – 400м, між гідрантами – 24м. Площа – 60-70 га.

3. Дощувальна машина ДФ-120 «Днепр» призначена для поливу зернових, технічних, овочевих культур, багаторічних трав, лук і пасовищ. Машина фронтальної, позиційної дії. Полив здійснюється від гідрантів закритої

зрошувальної мережі, розміщених на відстані 54 м один від одного. Машина має вигляд алюмінієвого трубопроводу діаметром 180мм, довжиною 448м, встановленого на 17 рухомих візках. Фермери за допомогою тросової підвіски підтримують водопровідний пояс. На відкритках ферм змонтовано дощувальні апарати «Роса-3». Опори обладнані моторами – редукторами, що служать приводом машини. Джерелом електроенергії є пересувна електростанція – на тракторі ЮМЗ – бл встановлено синхронний генератор ЕСС5 – 82-42, що приводиться в рух від валу відбору потужності трактора через од-

ноступінчасту циліндричну передачу. Найефективнішою схемою роботи дощувальної машини «Днепр» є схема переміщення її вздовж лінії гідрантів і транспортування на вихідну позицію холостим ходом. Витрата води 120 л/с, середня інтенсивність дощу – 0,285мм/хв. Відстань між зрошувачами 960м, між гідрантами – 54м. Площа, яка обслуговується за сезон дорівнює 100-120 га. Кількість опор - 17.

Короткоструминні дощувальні машини.

1. Дощувальні агрегати ДДА-100М і 100МА. Призначені для зрошення овочевих, кормових, зернових і технічних культур і трав на ділянках з похилом не більше 0,003, можуть бути використані і для внесення добрив з поливною водою. Витрата води, яка подається на поля для ДДА-100МА, складає 130 л/с, а для ДДА-100М – 100 л/с. Вода із постійних або тимчасових зрошувачів або лотоків забирається і подається під тиском 26,5-37 м в ст., за допомогою центр обіжного насосу, який приводиться в дію через редуктор від валу відбору потужності трактора. Середня інтенсивність дощу 3,12 мм/хв. Відстань між зрошувачами, трубопроводами (ширина захвату) 120 м. Площа, яка обслуговується за сезон 100-120 га.

2. Дощувальна машина «Кубань». Призначена для поливу різних с-г культур, включаючи і високостеблові. Вона складається із двох крил, які зібрані з семи шарнірно з'єднаних між собою просторових ферм довжиною по 52,5 м. В центральній частині машини знаходиться дизель-насосний агрегат з генератором для живлення опірних візків, всмоктуючий трубопровід, щити управління. Витрата води становить 150-180 л/с, середня інтенсивність дощу 1,0-1,2 мм/хв. Відстань між зрошувачами – 800 м. Площа, яка обслуговується за сезон – 160-200 га.

2.3 Визначення потреби в дощувальних машинах

При проектуванні організації зрошувальної території необхідно забезпечити умови для ефективного використання дощувальних машин. При розробці технології поливу для машин позиційної дії встановлюють час стоянки на одній позиції, а для машин які поливають в русі – кількість потрібних проходів для видачі заданої по-

ливної норми. Крім цього визначають погодинну і змінну продуктивність дощувальної машини.

Потребу в дощувальних машинах визначають для виділеної під зрошення площі сівозміни або пасовища. Для цього порівнюють площу, виділену під зрошення і сезонну продуктивність дощувальної машини. Остаточню беруть площу зрошуваної сівозміни або пасовища кратною сезонній продуктивності дощувальної машини, тобто площу, яка призначена для дощувальної машини і яку вона може забезпечити вологою навіть в самий напружений період вегетації відповідно з дефіцитом водного балансу ґрунту і потребою культури в воді в даних розрахункових кліматичних і погодних умовах.

З врахуванням сезонної продуктивності дощувальних машин потребу в них розраховують за формулою:

$$N = S/Q_{\text{сез}},$$

де N – потреба в дощувальних машинах;

S – площа виділена під зрошення сівозміни, га;

$Q_{\text{сез}}$ – сезонна продуктивність дощувальної машини, га (тобто площа яку може обслужити дощувальна машина за поливний період).

Це найбільш простий, але і менш точний спосіб. Потрібну кількість дощувальних машин для поливу ділянки сівозміни можна визначити також за співвідношенням між загальним об'ємом води для **зрошення** ділянки за вегетаційний період і об'ємом води, який може видати дощувальна машина за поливний період.

Потреба визначається:

$$N = W_0/W_d,$$

де N – потреба в дощувальних машинах;

W_0 – загальний об'єм води за вегетацій період, м³;

W_d – об'єм води, який може видати дощувальна машина за поливний період, м³.

Загальний об'єм води визначають за формулою:

$$W_o = S * M_{cp},$$

де W_o – загальний об'єм води, м³;
 S – площа сівозмінної ділянки, га;
 M_{cp} – середньозважена зрошувальна норма, м³/га, яка визначається за формулою:

$$M_{cp} = M_1 * p_{v1} + M_2 * p_{v2} + \dots + M_n * p_{vn},$$

де M_1, M_2, M_n – зрошувальні норми кожної культури сівозміни, м³/га;
 p_{v1}, p_{v2}, p_{vn} – питома вага кожної культури у сівозміні, або частка культури у сівозміні.

Об'єм води, який може видати дощувальна машина за поливний період, визначають за формулою:

$$W_d = 3,6 * Q * T * K_v * t,$$

де W_d – об'єм води, який може видати дощувальна машина;
 $3,6$ – перевідний коефіцієнт із секунд в години;
 Q – витрата дощувальної машини, л/с;
 T – кількість годин роботи машини за добу, год. (15-20);
 K_v – коефіцієнт використання робочого часу дощувальної машини (0,7-0,9);
 t – фактична тривалість поливного періоду, діб.

Якщо кількість дощувальних машин отримують не цілим числом роблять заокруглення у бік збільшення.

3 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

- 1 Яка головна умова ефективного застосування дощувальних машин?
- 2 Яка інтенсивність дощу є допустимою для важких ґрунтів?
- 3 Яка інтенсивність дощу є допустимою для середніх ґрунтів?
- 4 Яка інтенсивність дощу є допустимою для легких ґрунтів?
- 5 Які негативні наслідки для ґрунту і рослин мають краплі дощу більше 1 мм?
- 6 Як класифікуються дощувальні машини за ознакою радіусу дощування ?
- 7 Назвіть основні марки дощувальні машини вітчизняного виробництва?
- 8 Назвіть основні марки дощувальні машини закордонного виробництва?
- 9 Назвіть основні показники і їх значення, які характеризують роботу дощувальні далекоструминних машини.
- 10 Назвіть основні показники і їх значення, які характеризують роботу середньоструминних дощувальні машини.
- 11 Назвіть основні показники і їх значення, які характеризують роботу короткоструминних дощувальних машини.
- 12 Як визначається потреба в дощувальних машинах з урахуванням їх сезонної продуктивності?
- 13 Як визначається потреба в дощувальних машинах з урахуванням загального об'єму води за вегетаційний період і об'ємом води, яку може видати машина?
- 14 Як розрахувати, який об'єм води може видати дощувальна машина за поливний період?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №10

ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ТРУБОПРОВODІВ СИСТЕМ ЗРОШЕННЯ

Мета роботи – вивчити методику гідравлічного розрахунку трубопроводів систем зрошування.

1 ЗАВДАННЯ

1.1 Знати:

- види трубопроводів за призначенням;
- матеріали, з яких виготовляють труби для трубопроводів систем краплинного зрошення;
- фактори, що впливають на значення розрахункового діаметру трубопроводу.

1.2 Скласти звіт по роботі за таким змістом:

- номер, найменування та мета роботи;
- номер, найменування та мета роботи;
- виконати гідравлічний розрахунок магістрального та поливних трубопроводів;
- зробити висновок: від чого залежать втрати тиску в різних трубопроводах і змінюються за яких параметрів стану системи зрошування.

2 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

2.1 Схеми систем краплинного зрошення.

Базова схема системи краплинного зрошення представлена на рисунку 1.

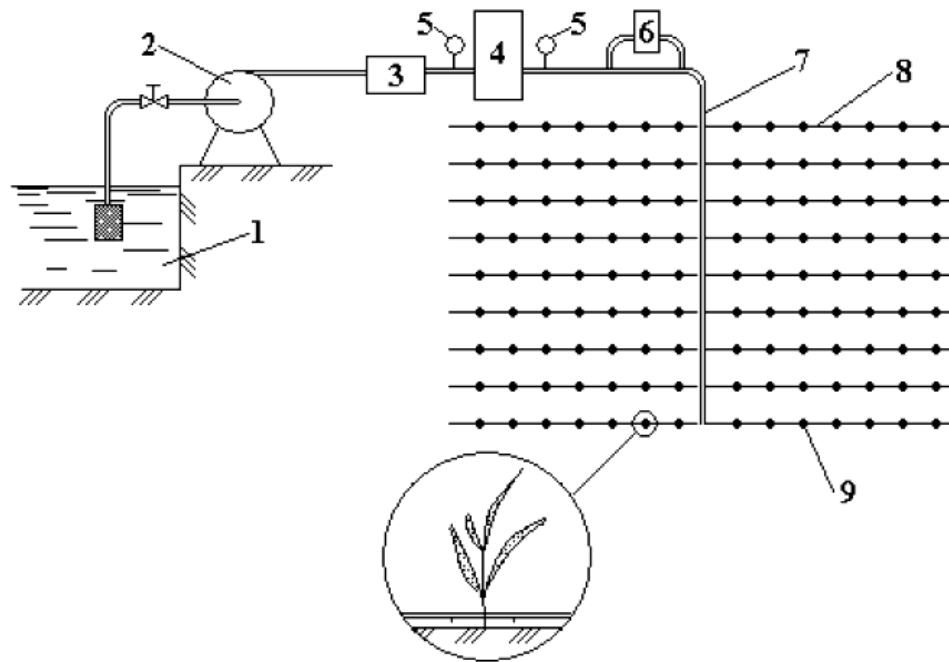


Рисунок 1- Базова схема комплектації системи краплинного зрошення:

1 – водозабірна споруда на джерелі зрошення; 2 – насосна станція; 3 – блок автоматизації поливу; 4 – станція підготовки води ; 5 – водомірне обладнання; 6 – пристрій для змішування і дозування добрив; 7-8 – магістральна і розподільна трубопровідна мережа; 9 – крапельниці.

Загальний порядок проектування систем краплинного зрошення є таким:

- розраховують водоспоживання сільськогосподарських культур, що планують вирощувати із застосуванням краплинного способу зрошення;
- розраховують кількості поливних трубопроводів по ділянках, згідно схеми посадки рослин;
- розділяють ділянку на поливні блоки (враховуючи довжину рядків, потужність насосно-силового обладнання, дебіт свердловин, конфігурацію ділянок тощо);
- обґрунтовують склад вузла підготовки води (фільтростанції), враховуючи необхідні витрати води по блоках і тривалість поливу кожної ділянки;
- виконують гідравлічний розрахунок магістральних і розподільних трубопроводів.

2.2 Гідрравлічний розрахунок трубопроводів водопровідної мережі.

За допомогою гідрравлічного розрахунку водопровідної мережі визначають:

- довжину і діаметр трубопроводів;
- втрати напору на всіх ділянках трубопроводів за відомої витрати води в залежності від похилу місцевості,
- мінімальний тиск на вході в систему.

Діаметр трубопроводів (d , м), визначають за витратою води брутто

$$d = \sqrt{\frac{4Q_{\text{бр}}}{\pi * v}} = 1,13 \sqrt{\frac{Q_{\text{бр}}}{v}},$$

де 1,13 – коефіцієнт, що враховує перехід від живого перерізу потоку води до діаметра трубопроводу;

$Q_{\text{бр}}$ – розрахункова витрата води на ділянці, м³/с;

v – швидкість руху води в трубопроводі, м/с.

Швидкість руху води в трубопроводі приймають від 0,9 до 1,9 м/с. Одержані фактичні значення діаметрів труб округляють до найближчого більшого стандартного значення у відповідності з сортаментом.

Після визначення діаметрів трубопроводів встановлюють фактичну швидкість руху води в них:

$$v_f = Q/w, \text{ м/с.}$$

де w – площа живого перерізу трубопроводу, м².

Напір насосної станції визначають як суму вільного напору, втрат напору в трубопроводах і геодезичної різниці відміток (насосної станції і розрахункової ділянки).

$$H_{\text{НС}} = h_{\text{вільн}} + h_{\text{ПТ}} + h_{\text{ДТ}} + h_{\text{РТ}} + h_{\text{МТ}} + h_{\text{геод}}$$

де $h_{\text{вільн}}$ – вільний напір в кінці поливного трубопроводу (мінімально-допустимий напір на крапельниці), м;

$h_{\text{ПТ}}$ – втрати напору в поливному трубопроводі, м;
 $h_{\text{ДТ}}$ – втрати напору в ділянковому трубопроводі, м;
 $h_{\text{РТ}}$ – втрати напору в розподільному трубопроводі, м;
 $h_{\text{МТ}}$ – втрати напору в магістральному трубопроводі, м;
 $h_{\text{геод}} = z_{\text{діл}} - z_{\text{НС}}$ – різниця геодезичних відміток розрахункової ділянки і насосної станції, м.

Втрати напору в магістральному і розподільному трубопроводах знаходять за формулою:

$$h = \lambda \frac{l \cdot v^2}{d \cdot 2 \cdot g},$$

де l – довжина ділянки трубопроводу, м;
 v – швидкість руху води в трубі, м/с;
 d – внутрішній діаметр трубопроводу, м;
 g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81$ м/с²;
 λ – коефіцієнт опору, який залежить від матеріалу труб, швидкості руху води і діаметра труб (для його розрахунку розроблено багато таблиць і емпіричних формул).

Втрати напору можна знайти через гідравлічний уклон (питомі втрати напору на 1 п. м трубопроводу) визначають за формулою:

$$i = \frac{h}{l} = \lambda \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot d}.$$

Гідравлічний уклон для різних труб можна знайти за такими емпіричними формулами:

- для сталевих труб

$$\text{при } v \geq 1,2 \text{ м/с, } i = 0,00107 \frac{v^2}{d^{1,3}},$$

- для залізобетонних труб:

$$\text{при } v \leq 1,23 \text{ м/с, } i = 0,00109 \frac{v^2}{d^{1,254}},$$

$$\text{при } v \geq 1,23 \text{ м/с, } i = 0,0008 \frac{v}{d^{1,254}} \left(1 + \frac{2}{v}\right)^{0,254};$$

- для пластикових труб:

$$i = 0,000685 \frac{v^{1,774}}{d^{1,226}};$$

- для труб із алюмінієвих сплавів зі зварними швами

$$i = 0,000492 \frac{v^{1,351}}{d^{1,267}}.$$

Швидкість руху води в трубопроводі уточнюють в залежності від прийнятого діаметра трубопроводу

$$v = \frac{4Q_{\text{бр}}}{\pi * d_{\text{см}}^2}.$$

Місцеві втрати напору в засувках, поворотах, звуженнях, розширеннях, при розділу потоку в трійниках і хрестовинах визначають за формулою:

$$h_{\text{м}} = \xi \frac{v^2}{2g},$$

де ξ – коефіцієнт місцевих опорів, який визначають за довідниками для гідравлічних розрахунків.

Втрати напору в ділянкових і поливних трубопроводах визначають за розрахунковими залежностями, що відображають процес руху рідини з перемінною її масою. Розрахункові залежності отримують шляхом розв'язку системи рівнянь напірного руху рідини для випадку, яка є моделлю руху води в реальному трубопроводі системи краплинного зрошення.

Втрати тиску ΔP в трубопроводі L з безперервною і рівномірно змінною витратою визначають за формулою:

$$\frac{\Delta P}{\rho * g} = \frac{1}{3} \lambda_0 \frac{L}{d} * \frac{v_0^2}{2 * g} \quad (1)$$

де $\lambda_0 = \frac{0,302}{Re_0^{0,226}}$ – коефіцієнт гідравлічного тертя для початкового перерізу трубопроводу;

$Re_0 = \frac{v_0 * d}{\nu}$ – число Рейнольдса для початкового перерізу;

- ρ – щільність води, як правило, приймають $\rho=1000$ кг/м³;
 v_0 – швидкість води в початковому перерізі, м/с;
 ν – коефіцієнт кінематичної в'язкості, для води при 20 °С він складає 10^{-6} м/с².

В реальному поливному чи ділянковому трубопроводі рух води здійснюється в умовах, що відрізняються від ідеального випадку, для якого отримана формула (1).

Для врахування цих особливостей в формулу (1) вводять такі поправочні коефіцієнти:

- дискретності зміни витрати по довжині

$$C = \left(\frac{n+0,5}{n} \right)^2,$$

де n – кількість точок видачі витрати;

- нерівномірності зміни витрати по довжині

$$A = \frac{8K^2+9K+3}{5(K+1)^2},$$

де $K = \frac{q_0}{q_k}$ – нерівномірність роздачі, що дорівнює відношенню витрат першого q_0 і останнього q_k водовипуску;

- гідравлічного тертя по довжині

$B = 1,09$ – враховує зміну коефіцієнта гідравлічного тертя по довжині;

- сумарного впливу місцевих опорів, що створюються штуцерами водовипусків,

$$m = 1 + \xi \frac{d}{\lambda_0 * \Delta l}$$

де Δl - відстань між водовипусками;

- місцевого опору:

$$\xi = \left[\frac{1}{f \left(0,57 + \frac{0,043}{1,1 - \varphi} \right)} - 1 \right]^2$$

- характеристика зменшення поперечного перерізу штуцером водовипуску:

$$f = 1 - \frac{4w_k}{\pi d^2},$$

де w_k – площа проєкції штуцера на площину поперечного перерізу;

φ – коефіцієнт типу крапельниці.

Після підстановки перелічених коефіцієнтів формула (1) набуде мати вигляду:

$$\frac{\Delta P}{p * g} = \frac{B}{3} A * m * C * \lambda_0 * \frac{L}{d} * \frac{v_0^2}{2 * g}. \quad (2)$$

Об'єднаємо всі множини формули (2) крім довжини під терміном «питомі втрати тиску» (I)

$$I = A \cdot m \cdot C \cdot \frac{B \lambda_0 v_0^2}{3 d_{\pi} 2g}$$

Тоді отримуємо остаточну формулу для визначення втрат в поливному (ПТ) і ділянковому (ДТ) трубопроводах

$$\Delta P = p * g * L * I. \quad (3)$$

3 ВИКОНАННЯ РОБОТИ

3.1 Визначити діаметр та втрати напору в магістральному трубопроводі.

Витрати води в магістральному трубопроводі бруто $Q_{бр}$ (m^3/c) становить:

$$Q_{бр} = S \cdot M_{пол} / (3600 \cdot T \cdot \eta), \quad (4)$$

де S – площа поливного модуля, га;

$M_{пол}$ – поливна норма, $m^3/га$;

T – тривалість поливу, год;

η – ККД системи зрошення ($\eta=0,98$).

Орієнтовний діаметр трубопроводу d (м) складе

$$d = 1,13 \sqrt{\frac{Q_{бр}}{v}} \quad (5)$$

де v - швидкість руху води в трубопроводі ($0,9 \dots 1,9 m/c$).

Найближчий стандартний діаметр трубопроводу $d_{ст}$ (приймаємо згідно з ТУ виробника труб). Тоді фактична швидкість руху води складе

$$v = \frac{4Q_{бр}}{\pi \cdot d_{ст}^2} \quad (6)$$

Гідравлічний уклон i для поліетіленового трубопроводу знайдемо за формулою:

$$i = 0,000685 \frac{v^{1,774}}{d_{ст}^{1,226}} \quad (7)$$

Втрати напору h (м) складуть

$$h = i \cdot \bar{l}, \quad (8)$$

де l – довжина магістрального трубопроводу, м.

3.2 Визначити втрати тиску в поливному краплинному трубопроводі

Витрата води у голові поливного трубопровода Q_0 (м³/с) становить

$$Q_0 = q_k \cdot n / 3,6 \cdot 10^6 \cdot \eta, \quad (9)$$

де q_k – витрата крапельниці, л/год
 n – кількість крапельниць, шт.

$$n = l_{\text{пол}} / \Delta l, \quad (10)$$

де $l_{\text{пол}}$ – довжина поливного трубопроводу, м
 Δl – відстань між крапельницями, м.

Швидкість руху води у поливному трубопроводі складе

$$v_0 = \frac{4Q_0}{\pi \cdot d_{\text{п}}^2}, \quad (11)$$

де $d_{\text{п}}$ – діаметр поливного трубопроводу, м.

Поправочні коефіцієнти, що враховують особливості конструкції крапельного поливного трубопроводу, знаходимо з формул:

$$C = \left(\frac{n + 0,5}{n} \right)^2, \quad (12)$$

$$A = \frac{8K^2 + 9K + 3}{5(K + 1)^2}, \quad (13)$$

де $K = 0,9$ – коефіцієнт роздачі

$$\xi = \left[\frac{1}{f \left(0,57 + \frac{0,043}{1,1 - \varphi} \right)} - 1 \right]^2, \quad (14)$$

де $\varphi = 0,9$ – коефіцієнт для даного типу крапельниці

$$f = 1 - \frac{4w_k}{\pi d_{\pi}^2}, \quad (15)$$

де w_k – площа проекції штуцера на площину поперечного перерізу $w_k = 0,00002 \text{ м}^2$

$$\text{Re} = \frac{v_0 \cdot d_{\pi}}{y}, \quad (16)$$

де y – коефіцієнт кінематичної в'язкості води, $y = 10^{-6}$

$$\lambda_0 = \frac{0,302}{\text{Re}^{0,226}}, \quad (17)$$

$$m = 1 + \xi \frac{d_{\pi}}{\Delta l \cdot \lambda_0}, \quad (18)$$

Тоді питомі втрати тиску складуть

$$I = A \cdot m \cdot C \cdot \frac{B \lambda_0 v_0^2}{3 d_{\pi} 2g}, \quad (19)$$

де B – зміна коефіцієнта гідравлічного тертя по довжині,
 $B = 1,09$.

Втрати тиску у поливному трубопроводі ΔP_n (Па) дорівнюють

$$\Delta P_n = \rho \cdot g \cdot l_n \cdot I \quad , \quad (20)$$

де ρ - щільність води, $\rho = 1000$ кг/м³.

4 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПІДГОТОВКИ

1. Яким чином з'єднують пластмасові труби?
2. Що таке фітинги і коли їх застосовують?
3. Яку запірно-регулюючу і запобіжну арматуру застосовують на трубопроводах?
4. Що таке регулятори тиску і коли їх застосовують?
5. Як розрахувати напір насосної станції?
6. Як визначають втрати напору в трубопроводах при проектуванні системи краплинного зрошення?
7. Що таке коефіцієнт гідравлічного тертя?
8. Що таке втрати напору по довжині і місцеві втрати напору?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №11

ЯКІСТЬ РОБОТИ ДОЩУВАЛЬНИХ МАШИН

Мета роботи – вивчити методику розрахунку показників якості роботи дощувальних машин.

1 ЗАВДАННЯ

1.1 Ознайомитись з основними теоретичними відомостями про показники якості.

1.2 Вміти розрахувати показники якості дощувальної машини згідно варіанту.

1.3 Звіт до лабораторної роботи:

- номенклатура показників якості продукції виробничо-технічного призначення;
- розрахунки величини питомих експлуатаційних зведених витрат дощувальних машин;
- розрахунок інтегрального показника якості дощувальних машин (варіанти вихідних даних для розрахунків наведені у додатку А).

2 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Можливість товару або послуги задовольняти обумовлені або передбачувані потреби покупця визначається за допомогою спеціальних показників якості.

Показник якості – це кількісна характеристика однієї або кількох властивостей продукції за певних умов її створення, експлуатації або споживання. Якість – це здатність сукупних характеристик продукції задовольнити вимоги споживача.

Характеристикою вважається будь-яка відмітна властивість. Вона може бути власною чи заданою, якісною чи кількісною і належати до різних класів.

Для оцінки якості продукції формують номенклатуру показників з таких груп:

- 1 Показники призначення;
- 2 Показники надійності (безвідмовності, довговічності, ремонтоздатності, збереженості);
- 3 Ергономічні показники;
- 4 Естетичні показники;
- 5 Показники технологічності;
- 6 Показники транспортабельності;
- 7 Показники уніфікації;
- 8 Патентно-правові показники;
- 9 Екологічні показники;
- 10 Показники безпеки.

При оцінці рівня якості продукції необхідно також враховувати економічні показники.

Економічні показники являють собою особливу групу показників, що характеризують витрати на розробку, виготовлення і експлуатацію або споживання продукції. Економічні показники враховуються в інтегральному показнику якості продукції при розрахунку сумарних витрат на створення і експлуатацію або споживання продукції. Прикладами економічних показників можуть служити: витрати на розробку, виготовлення і випробування дослідних зразків; собівартість виготовлення продукції; витрати на витратні матеріали при експлуатації технічних об'єктів.

Обґрунтування вибору номенклатури показників якості продукції проводиться з урахуванням: призначення та умов використання продукції; аналізу вимог споживача; задач управління якістю продукції; складу і структури властивостей; основних вимог до показників якості продукції.

Порядок вибору номенклатури показників якості продукції передбачає визначення: виду (групи) продукції; мети застосування номенклатури показників якості продукції; вихідної номенклатури груп показників якості продукції; вихідної номенклатури показників якості продукції кожної групи; методу вибору номенклатури показників якості продукції.

Показники призначення

Показники призначення характеризують властивості продукції, визначають основні функції, для виконання яких вона призначена і обумовлюють область її застосування.

До групи показників призначення належать наступні підгрупи:

- класифікаційні показники;
- показники функціональні та технічної ефективності;
- конструктивні показники;
- показники складу і структури.

Класифікаційні показники характеризують приналежність продукції до певного класифікаційного угруповання. До класифікаційним показниками, наприклад, відносяться такі показники:

- потужність електродвигуна;
- ємність ковша екскаватора;
- передавальне число редуктора;
- гідравлічний тиск;
- вміст вуглецю в сталі та ін.

Показники функціональні та технічної ефективності характеризують корисний ефект від експлуатації або споживання продукції і прогресивність технічних рішень, які закладаються в продукцію. До показників функціональним і технічної ефективності відносяться такі показники:

- продуктивність машини;
- точність і швидкість спрацьовування;
- питома енергоємність та ін.

Конструктивні показники характеризують основні проектно-конструкторські рішення, зручність монтажу і установки продукції, можливість її агрегування і взаємозамінності.

Для продукції, на яку розроблена конструкторська документація, застосування конструктивних показників при оцінці рівня якості обов'язково. До конструктивних показниками, наприклад, відносяться такі показники:

- габаритні розміри;

- приєднувальні розміри;
- наявність додаткових пристроїв;
- коефіцієнт ефективності взаємозамінності;
- коефіцієнт збірності виробу та ін.

Коефіцієнт збірності виробу характеризує простоту і зручність його монтажу і являє собою частку конструктивних елементів, що входять в блоки, в загальній кількості елементів, що входять до складу виробу.

Показники надійності

Показники безвідмовності характеризують властивість об'єкта безупинно зберігати працездатність впродовж певного часу або деякого напрацювання. До показників безвідмовності відносяться:

- ймовірність безвідмовної роботи;
- середнє напрацювання до відмови;
- інтенсивність відмов;
- параметр потоку відмов;
- напрацювання на відмову.

Показники довговічності характеризують властивість технічного об'єкта зберігати працездатність до настання граничного стану при встановленій системі технічного обслуговування і ремонту. До показників довговічності відносяться:

- гамма-процентний ресурс;
- середній ресурс;
- середній ресурс між капітальними ремонтами;
- середній ресурс до списання;
- середній ресурс до капітального ремонту;
- гамма-відсотковий термін служби; середній термін служби;
- середній термін служби між капітальними ремонтами;
- середній термін служби до капітального ремонту;
- середній термін служби до списання.

Поняття "ресурс" застосовується при характеристиці довговічності з напрацювання виробу, а "термін служби" при характеристиці довговічності по календарному часу.

Показники ремонтпридатності характеризують властивість технічного об'єкта, що полягає в пристосованості до попередження і виявлення причин пошкоджень і їх усунення шляхом проведення ремонтів і технічного обслуговування. До показників ремонтпридатності відносяться такі показники:

- середня оперативна тривалість планового (непланового) поточного ремонту;
- середня оперативна трудомісткість технічного обслуговування.

Показники збереженості характеризують властивість технічного об'єкта зберігати справний і працездатний стан протягом і після зберігання та (або) транспортування або властивість продукту (матеріалу) зберігати придатний до споживання стан протягом зберігання та (або) транспортування. До показників збереженості відносяться такі показники:

- гамма-процентний термін зберігання;
- середній термін зберігання.

Терміном зберігання продукту (матеріалу) називається календарна тривалість зберігання і (або) транспортування продукту (матеріалу) в заданих умовах, протягом і після якої зберігаються значення заданих показників у встановлених межах.

Гамма-процентний термін зберігання продукту (матеріалу) називається термін зберігання, який буде досягнутий продуктом (матеріалом) із заданою вірогідністю відсотків.

Середнім терміном зберігання продукту (матеріалу) називається математичне очікування терміну зберігання продукту (матеріалу).

Показники збереженості оцінюють статистичними методами за результатами випробувань.

Комплексними показниками надійності технічних об'єктів є:

- коефіцієнт готовності;
- коефіцієнт технічного використання;
- коефіцієнт оперативної готовності;
- середня сумарна трудомісткість технічного обслуговування;

- середня сумарна трудомісткість ремонтів та ін.

Ергономічні показники

Ергономічні показники характеризують систему «людина-машина» і враховують комплекс гігієнічних, антропометричних, фізіологічних і психологічних властивостей людини, що проявляються у виробничих процесах. До групи ергономічних показників якості продукції відносяться наступні підгрупи показників:

- гігієнічні – показники, використовувані при визначенні відповідності виробу гігієнічним умовам життєдіяльності та працездатності людини при взаємодії його з виробом;
- антропометричні – показники, використовувані при визначенні відповідності виробу розмірам, форми та ваги тіла людини, що бере участь в обслуговуванні цього виробу;
- фізіологічні – показники, що використовуються при визначенні відповідності виробу фізіологічним властивостям людини і особливостям функціонування його органів почуттів (швидкісні і силові можливості людини, а також пороги слуху, зору, тактильного відчуття тощо);
- психологічні – показники, використовувані при визначенні відповідності виробу психологічним особливостям людини, що знаходять відображення в інженерно-психологічних вимогах.

Естетичні показники

Естетичні показники характеризують інформаційну виразність, раціональність форми, цілісність композиції, досконалість виробничого використання продукції і стабільність товарного вигляду.

Показники технологічності

Показники технологічності характеризують властивості продукції, що зумовлюють оптимальний розподіл витрат матеріалів, засобів, праці і часу при технологічній підготовці виробництва, виготовленні та експлуатації продукції.

Показники технологічності продукції підрозділяються на основні та додаткові. До числа основних показників технологічності відносять такі показники:

- трудомісткості;
- матеріаломісткості;
- собівартості.

Показники уніфікації

Показники уніфікації характеризують насиченість продукції стандартними, уніфікованими й оригінальними складовими частинами, а також рівень уніфікації з іншими виробами.

Для однаковості в розрахунках показників уніфікації складові частини виробів підрозділяються на:

- стандартні;
- уніфіковані;
- оригінальні.

До стандартних відносять складові частини виробу, що випускаються за державним, або галузевим стандартом.

Уніфікованими є:

- складові частини виробу, що випускаються за стандартами даного підприємства, якщо вони використовуються хоча б в двох різних виробках, виготовлених цим підприємством;
- складові частини виробу, що не виготовляються на даному підприємстві, а одержувані ним з боку в готовому вигляді;
- запозичені складові частини виробу, тобто раніше спроектовані для конкретного виробу і застосовані в двох або більше інших виробках.

До оригінальних відносяться складові частини, розроблені тільки для даного виробу. До показників уніфікації відносять:

- коефіцієнт застосовності;
- коефіцієнт повторюваності;
- коефіцієнт взаємної уніфікації для груп виробів;
- коефіцієнт уніфікації для групи виробів.

Показники транспортабельності

Показники транспортабельності характеризують пристосованість продукції до транспортування, тобто до переміщення в просторі, що не супроводжується її використанням, а також до підготовчих і заключних операцій, що зв'язані з транспортуванням.

До підготовчих операцій відносяться, наприклад, укладання продукції в транспортну тару, пакування, герметизація, навантаження, часткове розбирання виробів, амортизація від впливу ударів і вібрацій, кріплення і т.п. Прикінцевими операціями є, наприклад, розвантаження транспортного засобу, розпакування, збірка і т.п.

Екологічні показники

Екологічні показники характеризують рівень шкідливих впливів на навколишнє середовище, що виникають при експлуатації машини.

Врахування екологічних показників повинен забезпечити:

- обмеження надходжень у навколишнє природне середовище промислових, транспортних і побутових стічних вод і викидів для зниження вмісту забруднюючих речовин в атмосфері, природних водах і ґрунтах до кількостей, які перевищують гранично допустимі концентрації;
- збереження і раціональне використання біологічних ресурсів;
- можливість відтворення диких тварин та підтримання в сприятливому стані умов їх проживання;
- збереження генофонду рослинного і тваринного світу, у тому числі рідкісних і зникаючих видів.

Показники безпеки

Прикладами показників безпеки можуть служити:

- ймовірність безпечної роботи людини протягом певного часу;
- час спрацьовування захисних пристроїв;
- опір ізоляції струмоведучих частин, з якими можливе зіткнення людини;
- електрична міцність високовольтних ланцюгів.

Показниками безпеки можуть також служити якісні характеристики, наприклад, такі, як наявність блокуючих пристроїв, ременів безпеки, аварійної сигналізації і т.п.

Кількість показників, що використовуються для оцінювання якості різних товарів, не однакова. Так, за визначення рівня якості промислового обладнання, приладів, технічно складних побутових виробів використовують всі групи показників (таблиця 1).

Таблиця 1

Номенклатура показників якості продукції виробничо-технічного призначення

Показники	Сировина і природне паливо	Матеріали	Вироби, що підлягають ремонту
Призначення	+	+	+
Безвідмовності	–	–	+
Довговічності	–	–	+
Ремонтопридатності	–	–	+
Пристосованості до зберігання	+	+	+
Ергономічні	–	–	+
Естетичні	Обмежене застосування	Обмежене застосування	+
Технологічності	+	+	+
Транспортабельності	Обмежене застосування	Обмежене застосування	+
Уніфікації	–	–	+
Безпеки	Обмежене застосування	Обмежене застосування	+
Екологічності	+	+	+

При оцінюванні технічного рівня продукції велике значення має правильний вибір базового зразка.

Базовий зразок – це реально досягнута сукупність характеристик показників якості продукції, прийнята для порівняння. Ця сукуп-

ність має характеризувати оптимальний рівень якості продукції за певний заданий період часу. Базовими зразками можуть бути:

- на стадії розроблення: продукція, яка відповідає реально досяжним перспективним вимогам (перспективний зразок) або запланована до освоєння, показники якості якої закладено в технічному завданні, технічному або робочому проектах;
- на стадії виготовлення продукції: продукція, яка виготовляється в Україні або за кордоном, показники якості якої на момент оцінювання відповідають найвищим вимогам і яка найбільш ефективна в експлуатації або споживанні.

Базовий зразок повинен мати таку саму номенклатуру показників якості, як і оцінюваний, і такі самі методи випробування, що дасть змогу зіставляти їхні результати.

Від вибору базового зразка суттєво залежить результат оцінювання рівня якості продукції та прийняття рішення, тому необхідно забезпечити всебічній і продуманий підхід до проходження цього етапу. Користування застарілими і технічно недосконалими зразками призводить до викривленої, необґрунтовано завищеної оцінки рівня якості продукції. Не допускається використання в ролі базового зразка гіпотетичних зразків, які ще не пройшли на момент оцінювання технічного рівня продукції наукового й інженерного відпрацювання і у виборі показників яких може бути допущене свавілля.

Організаційно-методичною основою управління якістю є Державна Система Стандартизації (ДСС).

Важливу роль у підвищенні якості продукції відіграє система атестації промислової продукції. Атестація передбачає проведення комплексу організаційно-технічних та економічних заходів, направлених на своєчасне втілення у виробництво науково-технічних досягнень. До основних задач атестації належить збільшення об'ємів виробництва продукції, що відповідає кращим та світовим зразкам, зняття з виробництва застарілої продукції.

Розрізняють атестацію за вищими і першими категоріями якості. До вищої категорії якості належить продукція, яка відповідає показникам технічного рівня і якості найкращих світових досягнень.

Продукція першої категорії якості за технічними показниками повинна відповідати вимогам стандартів або технічним умовам (ТУ), мати стабільні показники технічного рівня якості.

Підтвердженням якості є сертифікат, який видається незалежним органом на основі позитивних результатів випробувань за стандартними методиками. Сертифікація продукції є важливим механізмом керування якістю (рисунок 1), вона дає споживачу підтвердження про безпеку, екологічну чистоту, а також підвищує конкурентоздатність продукції.



Рисунок 1 – Схема управління якістю.

3 ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Рівень якості продукції (технічний рівень) одного виду оцінюється за допомогою диференційованих та інтегральних методів.

3.1 Диференційований метод

Диференційований метод, або метод відносних показників, ґрунтується на зіставленні одиничних показників якості оцінюваного та базового виробів.

Так, оптимізація довговічності нової дощувальної машини визначається через знаходження мінімальної величини питомих експлуатаційних зведених витрат за різної кількості років експлуатації до капітального ремонту:

$$V_{pei} = \frac{\left(C_{xм} + B_{кр} + \frac{C_{екс} + E_k K_c}{1/t E_k} \right)}{\Pi_{mt}}$$

де V_{pei} – питомі експлуатаційні зведені витрати за і-м варіантом довговічності машини;

$C_{xм}$ – ціна придбання нової машини, грн;

$B_{кр}$ – загальна вартість капітального ремонту, грн;

$C_{екс}$ – середньорічні експлуатаційні витрати, грн.;

K_c – сукупні капітальні вкладення у сферу експлуатації, грн;

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;

t – нормативний строк служби нової машини, роки;

Π_{mt} – продуктивність нової машини за весь строк її служби, умов. од.

За даними, наведеними у додатку А, згідно варіантів, розрахуйте питомі експлуатаційні зведені витрати для двох типів дощувальних машин та зробіть висновок о доцільності впровадження їх у виробництво.

3.2 Інтегральний метод

Інтегральний показник якості продукції застосовується для продукції, що не має аналогів, і визначається як відношення сумарного корисного ефекту від використання зразка продукції за заданий період часу служби до сумарних витрат на її створення, експлуатацію та споживання. За терміну служби продукції понад рік, інтегральний показник якості (I_t) розраховується за формулою:

$$I_t = \frac{\Pi_{Mt}}{B_{кр} \cdot \frac{t}{t_{кр}} + C_{екс} \cdot t + E_H \cdot K_c + Ц_{нм} \cdot a_t},$$

де $t_{кр}$ – тривалість експлуатації до капремонту, років;
 a_t – коефіцієнт.

Корекційний коефіцієнт a_t ураховує чинник часу і нормативний коефіцієнт ефективності E_H . Його визначають за формулою:

$$a_t = \frac{E_k (1 + E_k)^{t-1}}{(1 + E_k)^{t-1}}$$

За даними, наведеними у таблиці (додаток А), згідно варіантів, розрахуйте інтегральний показник якості продукції для двох типів дощувальних машин та зробіть висновок о доцільності впровадження їх у виробництво.

4 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

- 1 Як можна класифікувати показники якості продукції?
2. Які показники якості належать до показників призначення?
- 3 Які показники якості належать до показників надійності?
- 4 Які показники якості належать до показників технологічності?
- 5 Які показники якості належать до показників ергономічності?

Додаток А

Вхідні дані до лабораторної роботи №11 «Якість роботи дощувальних машин» з розрахунку інтегрального показника якості дощувальних машин.

ПОКАЗНИК		№ варіанту									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Машинa 1	Цнм	345000	355000	322000	388000	391000	339000	340000	364000	377000	360000
	Вкр	78000	75000	71000	81000	82000	79000	80000	84000	85000	77000
	$C_{\text{ахс}}$	18000	19000	18500	17700	19200	18900	16900	18250	19000	16800
	Кс	7800	8700	9200	8500	8600	8200	8400	9000	9110	7900
	Ен	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
	t	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	$t_{\text{кр}}$	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	Пмт	1100000	1200000	1150000	1310000	1270000	1180000	1240000	1250000	1119000	1240000
Машинa 2	Цнм	391000	339000	340000	364000	377000	345000	355000	322000	388000	391000
	Вкр	84000	85000	77000	78000	75000	71000	81000	82000	79000	70000
	$C_{\text{ахс}}$	19200	18900	16900	18250	19000	16800	18000	19000	18500	17700
	Кс	8200	8400	9000	9110	7900	7800	8700	9200	8500	8600
	Ен	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
	t	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
	$t_{\text{кр}}$	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Пмт	1180000	1240000	1250000	1119000	1240000	1100000	1200000	1150000	1310000	1270000

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

- 1 Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
- 2 Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Г.Е. Листопад, Г.К. Демидов, Б.Д. Зонов и др.; Под общ. ред. Г.Е. Листопада. – М.: «Агропромиздат,» 1986. – 688с.
- 3 Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів: ДСТУ 4362:2004.- [Чинний від 2006-01-01].- К. : Держстандарт України, 2006.- 19с.- (Національний стандарт України).
4. ГОСТ 12536 -2014 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.
- 5 Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.: іл.
- 6 Назаренко І.І. Землеробство та меліорація. Підручник /Назаренко І.І., Смага І.С., Польшина С.М., Черлінка В.Р.; за ред.. І.І.Назаренка. – Чернівці: Книги-XXI, 2006. – 543с.
- 7 Волковский и др. Практикум по сельскохозяйственной мелиорации.- М.: Колос, 1980.
- 8 Воронин Н.Г. Орошаемое земледелие. - М.: Агропромиздат, 1989.
- 9 Вериго С. А. Методика составления прогноза запасов продуктивной влаги и оценка влагообеспеченности зерновых культур. - В кн. : Сборник методических указаний по анализу и оценке агрометеорологических условий. - Л. , Гидрометеиздат, 1957, с. 143-164.
- 10 Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Г.Е. Листопад, Г.К. Демидов, Б.Д. Зонов и др.; Под общ. ред. Г.Е. Листопада. – М.: «Агропромиздат,» 1986. – 688с.
- 11 Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред.. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 463 с.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

**О.Г. КАРАЄВ, С.Л. СУШКО, В.М. ДЯДЯ, С.М. САНЬКОВ,
О.І. МАТКОВСЬКИЙ, І.О. ЧИЖИКОВ**

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ МАШИНИ

**СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА
МЕЛІОРАЦІЯ І МЕЛІОРАТИВНА ТЕХНІКА**

Лабораторний практикум

