

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Одеський державний екологічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до дистанційного вивчення дисципліни

«Сільськогосподарська метеорологія (змістовний модуль – Моделювання
гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем»
студентами заочної форми навчання

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні робочої групи
«Заочна та післядипломна освіта»

Методичні вказівки до дистанційного вивчення дисципліни «Сільськогосподарська метеорологія (змістовний модуль –Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроecosystem)» студентами 5 та 6 курсів заочного факультету спеціальності – Агromетеорологія та спеціалізації – Агроекологія. Укладачі: д.геогр.н., проф. Польовий А.М., к.геогр.н., доц. Божко Л.Ю., к.геогр.н. Костюкевич Т.К. Одеса, 2015, - 99 с.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 Організація самостійної роботи студента	6
1.1 Загальні рекомендації до вивчення теоретичного матеріалу	6
1.2 Список літературних джерел.....	7
2. Теоретична частина	7
3. Практична частина	64
4. Організація контролю самостійної роботи	93
4.1 Поточний контроль.....	93
4.2 Оцінка виконання СРС.....	94
4.3 Методика проведення підсумкового контролю.....	95
Додатки	98

ВСТУП

Процес фотосинтезу є одним із фундаментальних процесів продукційного процесу рослин. Рослини, поглинаючи листям з атмосфери CO₂ і кореневою системою воду з ґрунту, створюють в процесі фотосинтезу під впливом енергії сонячної радіації органічну речовину у вигляді асимілятів. Одночасно відбувається транспірація, яка відповідає за забезпечення рослин водою і елементами мінерального живлення і за регуляцію теплового режиму рослин. У залежності від інтенсивності ФАР, водного і температурного режиму, швидкості вітру, концентрації CO₂ в повітрі, родючості ґрунту і видових особливостей рослин процес фотосинтезу може йти з більшою або меншою швидкістю.

Проблема розрахунку впливу агрометеорологічних умов на інтенсивність процесу фотосинтезу є однією з невід'ємних складових та найголовніших проблем при моделюванні процесу формування врожаю сільськогосподарських культур.

Метою методичних вказівок є методичне забезпечення дистанційного самостійного вивчення студентами окремих розділів курсу "Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності фітоценозів".

Методичні вказівки складаються з таких частин:

Частина 1 – Навчальні тести, які уявляють собою короткий конспект тем, які вивчаються, кожна тема закінчується навчальними контрольними тестами для самоперевірки. В контрольних навчальних тестах наводяться питання і 4 відповіді на кожне питання. Одна з відповідей вірна, три – ні і пояснюється чому відповідь невірна.

Частина 2. Контрольні тести для підсумкового контролю знань студентів . Контрольні тести складаються зі ста питань і чотирьох відповідей, з яких одна вірна, три ні.

Частина 3. Методичні вказівки для виконання контрольної роботи, яка складається з двох завдань : 1 – відповідей на контрольні питання (кожен варіант складається з 20 питань): 2 – виконання практичної роботи .

Студенти виконують завдання за варіантами: **варіант 1** виконують студенти, залікова книжка яких закінчується на цифри 1 та 2; **варіант 2** – виконують студенти, залікова книжка яких закінчується на цифри 3 та 4, **варіант 3** – виконують студенти, залікова книжка яких закінчується на цифри 5 та 6, **варіант 4** виконують студенти, залікова книжка яких закінчується на цифри 7 та 8, **варіант 5** виконують студенти, залікова книжка яких закінчується на цифри 9 та 0. Календарний план поточного контролю знань студентів наводиться в табл. 1.

Таблиця 1 - Терміни перевірки знань в міжсесійний період

Змістовний модуль	Блок	Строки контролю
ЗМ1	Основні принципи моделювання. Поняття про субмодель та ієрархічні зв'язки в моделях	1 –й тиждень жовтня
	Типи моделей. Основні методи математичного моделювання.	1 тиждень листопада
	Загальна характеристика продукційного процесу рослин. Моделювання фотосинтезу і газообміну CO ₂ листя.	1 тиждень грудня
ЗМ2	Моделювання дихання. Теоретичні основи моделювання процесу формування врожаю.	1 тиждень січня
	.Прикладна динамічна модель формування урожаю сільськогосподарських культур. Методи визначення параметрів математичних моделей.	1 тиждень лютого
	Параметри блоків дихання та росту. Параметри агрометеорологічного блоку	1 тиждень лютого
	Блок функцій впливу фази розвитку і метеорологічних факторів на продукційний процес рослин.	1 тиждень березня
ЗМ3	Блок родючості ґрунту і забезпеченості рослин мінеральним живленням.	1 тиждень квітня
	Теоретичні основи моделі оцінки агро кліматичних ресурсів. Потенційний урожай посівів.	1 тиждень травня
	.Модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур.	1 тиждень травня

Після вивчення методичних вказівок студенти повинні знати теоретичні основи методу розрахунку, способи підготовки вхідної інформації для виконання розрахунків та виконання розрахунків за допомогою ПЕОМ.

Вміти: проводити підготовку вхідної інформації, виконувати розрахунки за допомогою ПЕОМ, проводити інтерпретацію отриманих результатів.

Контроль самостійної роботи студента заочної форми навчання здійснюється шляхом вивчення розділів дисципліни за графіком, який надається в табл.1, перевірки контрольної роботи, яка реєструється деканатом у встановлені строки і надається студентом на кафедру агрометеорології, опитування лекційних занять і на заходах підсумкового контролю, що передбачені навчальним планом.

1. Організація самостійної роботи студентів

1.1 Загальні рекомендації до вивчення теоретичного матеріалу

При вивченні теоретичного матеріалу рекомендується:

- користуватись навчальною та методичною літературою, яка наведена у п. 1.2. Крім того, нижче наводиться короткий зміст теоретичної частини кожної теми;

- для перевірки засвоєння теоретичного матеріалу ознайомитись з методикою пошуку відповідей на запитання контрольних тестів для самоперевірки, які наводяться наприкінці кожної теми;

- при виникненні питань під час вивчення дисципліни або виконання контрольної роботи звертатись до викладача, який читав установчі лекції, або зателефонувати на кафедру за тел. 32-67-45, або письмово звичайною поштою на адресу університету – 65016, м.Одеса, вул. Львівська 15, ОДЕКУ, кафедра агрометеорології та агрометеорологічних прогнозів, або електронною поштою за адресою: **agro @ogmi.farlep.odessa.ua., або безпосередньо викладачеві apolevoy@te.net.ua.**

Виконані тестові завдання для підсумкового контролю та контрольна робота надсилається викладачеві електронною поштою за адресою електронної пошти заочного факультету, кафедри агрометеорології і агрометеорологічних прогнозів, або безпосередньо викладачеві за адресою, вказаною вище.

Для оволодіння знаннями з дисципліни наводиться список літературних джерел, які є в достатній кількості в бібліотеці університету, електронні варіанти літературних джерел з основного списку надаються кожному студенту.

1.2 Спсок літературних джерел

Основний

- 1.Польовий А.М.Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроecosystem. Навчальний посібник.- Київ.: КНТ, 2007. – 342 с.
2. Польовий А.М. Моделювання водно-гідрометеорологічного режиму та продуктивності фітоценозів Конспект лекцій. – Одеса, 2013

Додатковий

1. Польовий А. М. Сільськогосподарська метеорологія. –Одеса.: ТЕС, 2012.- 628 с.
2. Полуэктов Р.А. Динамические модели агроecosystem. –Л.: Гидрометеoиздат, 1991. – 312 с.
3. Практикум з сільськогосподарської метеорології. /А.М. Польовий, Л.Ю. Божко, В.М. Ситов, Ярмольська О.Э. – Одеса: Вид-во "ТЕС", 2002. – 400 с.
4. Росс Ю.К. Система уравнений для количественного роста растений. //В кн.: Фитоактинометрические исследования растительного покрова. – Таллин: Валгус, 1967. – С. 64–88.

2. Теоретична частина

2. Навчальні тести

Тема 1. Основні принципи моделювання. Ключ –1. , Розділ 1, стор.3 - 7

Термін "модель" можна розуміти в широкому й у вузькому значенні. Взагалі усе, що схоже на даний об'єкт, але не являється ним, можна вважати його моделлю. Традиційно існувало два види представлення даних, які можна вважати моделями: можливі представлення результатів дослідження в табличному вигляді, у вигляді імітаційних регресійних моделей. З моделями цього виду варто оперувати обережно через те, що вони є зручними для аналізу емпіричного матеріалу.

Динамічні моделі в основі мають опис механізмів явища і дозволяють глибоко аналізувати наслідки, викликані сукупністю зовнішніх впливів на агроecosystem. Характерні риси цих моделей в тому, що вони описуючи продукційний процес, уявляють собою балансові структури блокового типу.

У моделі необхідно представити адекватний природним взаємозв'язкам опис, тобто створити таку модель, у якій події мають часову спрямованість. При цьому слід враховувати дискретно-безперервний характер природних явищ, враховувати всі зовнішні впливи які повинні бути «прив'язані» до реальних часових інтервалів, тобто у моделі повинна здійснюватися імітація процесів життєдіяльності рослин в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах зони вирощування.

Балансовий характер моделей полягає в тому, що у кожній із включених у модель субстанцій (вуглець, вода, азот та ін.) проводиться повний розрахунок усіх складових балансу, а перетік речовини у системі також підкоряється балансовим співвідношенням. Ніщо не зникає всередині агроecosystem і ніщо не з'являється знову. При описуванні азотного циклу розглядається надходження азоту з насінням, опадами, внесеними добривами, розчинення гранул (у випадку внесення гранульованих добрив), мінералізація гумусу й органічних залишків минулих років, а також відмерлих частин рослин, перехід з'єднань азоту в недоступну для рослин форму або в розчин, перенесення нітратів у

грунтового профілі, їхнє винесення за межі розміщення кореневої системи, денітрифікація і несімбіотична азот-фіксація, іммобілізація мінеральних форм азоту, поглинання азоту корінням і т.д. Тим самим у моделі фіксується все, що: – надходить на вхід системи; – складає предмет непродуктивних втрат (вимивається у ґрунтові води чи випаровується у атмосферу);

– відчужується з поля після збирання урожаю.

В результаті річного циклу у агроєкосистемі повинен бути замкнений круговорот речовин. З огляду на динамічний характер моделі, можна стверджувати, що ці баланси повинні з визначеною точністю дотримуватися на кожному відрізку часу в період вегетації.

Блокова структура моделі відображає скоріше особливості її реалізації на ПЕОМ, ніж суть процесів, які протікають у агроєкосистемі. Вся сукупність процесів розбивається на такі групи, в яких зв'язки усередині групи є більш тісними, ніж міжгрупові.

В основу описування динаміки продукційного процесу покладено інтегрування рівнянь «середньої» групи, що проводиться протягом кожної доби при «заморожених» параметрах, які описують архітекtonіку посіву. Перерахування ж параметрів архітекtonіки посіву може здійснюватися один раз на добу.

Тести для самоперевірки

1. Що означає поняття «модель»?

А - усе, що схоже на даний об'єкт, але не являється ним, можна вважати його моделлю; - відповідь вірна.

Б – опис механізмів і явищ ; - відповідь невірна, так як не дає поняття про самий об'єкт;

В – агро екосистема; - відповідь невірна, тому що об'єктом моделювання вся є окремі складові агро екосистеми;

Г - біосистема; - відповідь невірна, тому що об'єктом моделювання вся є окремі складові біосистеми без моделювання зв'язків в ній.

2. Що є ознакою динамічних моделей ?

А – динамічні моделі в основі мають опис механізмів явища; - відповідь вірна

Б – динамічні моделі - опис сукупності зовнішніх впливів; - відповідь невірна, тому що не включає взаємозв'язок в моделі;

В – динамічна система – це опис продукційного процесу – відповідь невірна, тому що не враховує балансову структуру моделі;

Г – динамічна система – це опис процесу дихання- відповідь невірна, так як описує тільки одну складову продукційного процесу.

3. В чому полягає балансовий характер моделей?

А - в тому, що у кожній із включених у модель субстанцій (вуглець, вода, азот та ін.) проводиться повний розрахунок усіх складових балансу; - відповідь вірна.

Б - у моделі розглядається надходження азоту з насінням, опадами, внесеними добривами, розчинення гранул (у випадку внесення гранульованих добрив), мінералізація гумусу й органічних залишків минулих років;- відповідь невірна, так як подає описування тільки одної складової балансу;

В - баланси не повинні з визначеною точністю дотримуватися на кожному відрізку часу в період вегетації;- відповідь невірна, тому що баланси повинні дотримуватися на кожному відрізку часу в період вегетації

Г – в інтегрування окремих рівнянь – відповідь невірна так як. В основу покладено інтегрування рівнянь «середньої» групи.

4. В чому полягає блокова структура моделі?

А- блокова структура моделі відображає сутність процесів, які протікають в агро екосистемі- відповідь вірна;

Б- блокова структура моделі відображає особливості її реалізації на ПЕОМ – відповідь не вірна, тому що блокова структура моделі відображає сутність процесів, які протікають в агро екосистемі;

В – блокова система всю сукупність процесів розбиває на такі групи, в яких зв'язки всередині групи є більш тісними, ніж між групами – відповідь не вірна, тому що блокова структура моделі відображає сутність процесів, які протікають в агро екосистемі;

Г – в інтегрування рівнянь «середньої» групи – відповідь невірна, тому що блокова структура моделі відображає сутність процесів, які протікають в агро екосистемі.

Еталонні відповіді: 1 – А; 2 – А ; 3 – А; 4 – В.

Тема 2 Основні принципи моделювання. Поняття про субмодель і ієрархічні зв'язки в моделях. Ключ- 1, Розділ 1 , стор. 7-11 – , ключ 2, розділ 1, стор.6 – 9.

Хоча в усіх процесах і явищах рослина займає центральне місце, всі вони відносяться до різних областей знання. Моделі сільськогосподарських культур, за допомогою яких робляться спроби імітувати ріст посівів у природних умовах, обов'язково містять у собі важливі елементи з різних областей знань. Всі галузі знань взаємодіють одна з одною, тому на визначеному етапі моделювання вони повинні розглядатися спільно. Існування цих взаємозв'язків породжує проблему координації, як між науковими дисциплінами, так і всередині них.

Модель може бути побудована із субмоделей, які створюються в рамках різних наукових дисциплін. Кожна субмодель може описувати окремі частини системи, які звичайно з'єднуються між собою лише в декількох характерних точках. Ці зв'язки досить часто можна обірвати, не порушуючи при цьому цілісності всієї субмоделі. Такі субмоделі можна будувати і використовувати самі по собі. Єдине, що потрібно зробити в такому випадку, – це замінити впливаючою функцією той вплив, який виконувала субмодель до її вилучення.

Коли вихід однієї субмоделі використовується як вхід в іншу субмодель, причому остання не впливає на першу, – то це найпростіша форма зв'язку між субмоделями. У цьому випадку моделі можуть працювати незалежно одна від одної: перша модель генерує дані, які використовуються як параметри чи табличні функції у другій моделі; при цьому, якщо перша модель коректна, немає необхідності повторно залучати її для роботи у другій моделі. Переваги такого зв'язку очевидні.

Результати розрахунків по макрометеорологічній моделі можуть безпосередньо використовуватися як вхід у мікрометеорологічну модель. У таких випадках простота підготовки даних і зручність роботи в цілому виглядають набагато привабливіше, чим вимоги, властиві строго фізичному підходу.

Невід'ємною рисою розгляду біологічних об'єктів є концепція виділення різних рівнів ієрархії досліджуваних складних систем.

Об'єкти, які належать кожному структурному рівню, можуть розглядатися і як системи, утворені з підсистем (об'єкти більш низьких рівнів), і як підсистеми, що входять до складу деякої системи (об'єкт більш високого рівня). Для ієрархічних систем характерні три важливих особливості.

1. Кожен рівень ієрархії має свою власну мову, свою систему концепцій або принципів. Наприклад, поняття «урожайність сільськогосподарської культури» практично позбавлено сенсу на рівні клітини чи органели. Поняття тиску, об'єму і температури, які визначають головні властивості рідини і газу, втрачають сенс на атомарному або молекулярному рівні.

2. На кожному рівні ієрархії відбувається узагальнення властивостей об'єктів більш низьких рівнів. Закономірності, виявлені й описані для більш низьких рівнів можуть бути включені у пояснювальну (функціональну) схему, набуваючи при цьому зв'язок з об'єктом

вищого рівня. Таким чином, описування на рівні i сприяє розумінню явищ, які мають місце на рівні $i+1$.

3. Взаємозв'язки між рівнями не симетричні. Для нормального функціонування об'єктів вищого рівня необхідно, щоб успішно «працювали» об'єкти більш низького рівня, але не навпаки.

При побудові моделей процеси, які відносяться до нижчого рівня організації, включаються у модель, яка створюється для розуміння явищ на більш високому рівні організації.

Чим нижче в ієрархічному гнізді розташований рівень організації, тим більш численніші й дрібніші його елементи.

Тести для самоперевірки

1. Що уявляє собою «субмодель»?

А- субмодель, яка працює незалежно від інших – відповідь вірна, але неповна;

Б – субмодель - може описувати окремі частини системи, які звичайно з'єднуються між собою лише в декількох характерних точках - відповідь вірна;

В – субмодель – це мікрометрична модель – відповідь невірна, неповна

Г – субмодель може описувати тільки одну частку системи – відповідь не зовсім вірна, так як субмодель рідко використовується тільки для однієї частки системи, частіше – для декількох.

2. Що означає поняття «ієрархічна система»?

А - об'єкти, які належать одному структурному рівню, можуть розглядатися як ступінь ієрархії - відповідь невірна;

Б- об'єкти утворені з підсистем (об'єкти більш низьких рівнів), і як підсистеми, що входять до складу деякої системи (об'єкт більш високого рівня) – відповідь вірна;

В – окремі організми, або їх органи відповідь невірна – окремі організми або органи можуть бути тільки як підсистема;

Г – функціональна система – відповідь невірна, так як функціональна система є складовою системи більш високого рівня.

3. Які особливості характерні для ієрархічних систем?

А - Кожен рівень ієрархії має свою власну мову, на кожному рівні ієрархії відбувається узагальнення властивостей об'єктів більш низьких рівнів, взаємозв'язки між рівнями не симетричні – відповідь вірна.

Б - Для нормального функціонування об'єктів нижчого рівня необхідно, щоб успішно «працювали» об'єкти більш високого рівня, але не навпаки.- відповідь невірна, тому що для нормального функціонування об'єктів вищого рівня необхідною умовою є успішна праця об'єктів більш низького рівню;

В - Закономірності, виявлені й описані для більш високих рівнів можуть бути включені у пояснювальну схему – відповідь невірна так як у пояснювальній схемі описуються зв'язки низьких рівнів.

Г – кількість елементів в системі залежить від місця розташування рівня організації - відповідь невірна, кількість елементів необмежена.

4. Які зв'язки між субмоделями?

А - найпростіша форма зв'язку між субмоделями, коли вихід однієї субмоделі використовується як вхід в іншу субмодель – відповідь вірна;

Б - окремі частини системи, з'єднуються між собою лише в декількох характерних точках - відповідь невірна, так як зв'язок між окремими частинами повинен забезпечувати вихід однієї системи як вхід в іншу.

В - зв'язки можна обірвати, порушуючи при цьому цілісності всієї субмоделі-відповідь невірна. Зв'язки можна обірвати але не порушуючи цілісності всієї системи.

Г - зв'язки не можна розривати – відповідь невірна . Зв'язки можна обірвати але не порушуючи цілісності всієї системи.

Еталонні відповіді: 1 –Б; 2 – Б; 3 – А; 4 – А.

Тема 3.- Типи моделей. Ключ -2– Розділ 1, стор.11 -16

Емпіричні моделі. Головна задача емпіричних моделей – описати, запропонувати аналітичне наближення до експериментальних даних. Таке описування виявляється корисним у багатьох ситуаціях, однак, у ньому не міститься ніякої інформації більше тієї, котра була отримана в ході досліджу, тоді як функціональне моделювання пов'язане зі спробою дати пояснення описуваному об'єкту.

Математична модель являє собою набір формальних співвідношень, які відображають поведінку досліджуваної системи. За її допомогою описується , наприклад, крива росту, побудована на даних експерименту.

Експериментальні дані, які представлені на кривій, можна описати такою залежністю

$$G = G_1 \frac{F}{K+F} - G_2, \quad (1.1)$$

де F – витрата матеріалу за одиницю часу;

G – приріст залежної величини.

Як F , так і G – змінні, котрі приймають різні числові значення. F розглядається як незалежна перемінна, оскільки експериментатор вибирає її значення у визначених межах.; G розглядається як *залежна змінна*, тому що вона не задається експериментатором, а визначається обраними значеннями F .

Величини G_1 , G_2 , K називаються *параметрами*; їхні числові значення визначаються характером кривої. Усі три параметри G_1 , G_2 і K легко піддаються інтерпретації: якщо F дорівнює нулю, то приріст $G = -G_2$ і зменшується; якщо F збільшується, то відношення $F/(K+F)$ прагне до одиниці, а приріст G – до (G_1-G_2) ; параметр K визначає крутість нахилу кривої і дорівнює величині F , коли значення G розташовується посередині між мінімумом ($F=0$) і максимумом (F дуже велике). Таким чином, параметри G_1 , G_2 і K визначають відповідно асимптоту, відрізок, який відтинається на осі G , і усереднене значення екстремальної на збільшення чи зменшення F .

Функції відгуку такого типу часто використовують як у біології, так і в інших галузях науки.

Функціональні моделі – це моделі, засновані на уявленнях про способи функціонування об'єкта моделювання.

Розроблювач функціональної моделі прагне описати поведінку параметрів, властивих підсистемі рівня i , використовуючи параметри підсистеми рівня $i-1$. Вона містить сукупності (пули). Опис поведінки підсистеми рівня $i-1$ може бути чисто емпіричним, тобто не містити жодного елемента, який відноситься до підсистеми рівня $i-2$, а може бути і змішаним – емпірико-функціональним, отже, може містити в собі параметри, властиві підсистемам рівня $i-2$ і нижче. Будь-яка функціональна модель, зрештою, йде коренями в емпіризм. Завжди можна побудувати таку емпіричну модель, щоб вона була погоджена з масивом експериментальних даних краще, ніж функціональна.

Статичні і динамічні моделі *Статична модель* – це математична конструкція, в яку не включена змінна часу. Всі особливості поведінки системи, що мають виражену залежність від часу, при цьому ігнорують. Останнє справедливо, коли система досить близька до рівноваги або коли її постійна часу настільки мала у порівнянні з постійною часу зміни середовища, що зовнішні умови можна вважати незмінними. Однак, слід

відмітити, що миттєву картину можна представити статичною моделлю не у всіх випадках, особливо, коли система далека від рівноваги.

Динамічна модель. Залежність (1.1) являє собою *статичну модель*, оскільки вона не має змінної часу t . Існує багато корисних моделей такого типу. Однак, є й інша, дуже важлива категорія описів, відомих як *динамічні моделі*, які мають змінну часу t і часто використовуються для дослідження явищ у їхньому розвитку. Більшість динамічних моделей росту рослин часто включають статичні елементи, наприклад, модель поглинання світлового потоку рослинами.

Прикладом найпростішої динамічної моделі може служити залежність $M = M_0 + bt$, де M – маса тварини чи рослини; t – час. M_0 і b – параметри: M_0 – значення, яке приймає M при $t = 0$; b – задає нахил функції росту.

Як правило, динамічні моделі представляють у диференціальній формі, тобто за допомогою одного чи декількох диференціальних рівнянь першого порядку.

Динамічні моделі, які мають практичну цінність, як правило, будуються на основі диференціальних рівнянь, що не піддаються прямому інтегруванню, і рішення їх не можна отримати у вигляді простих *аналітичних* виразів (4). У цьому випадку звертаються до чисельних методів, які можна реалізувати тільки за допомогою ПЕОМ і спеціального програмного забезпечення. У динамічних моделях змінна часу t може фігурувати у явному вигляді. Однак найчастіше типовою формою запису є диференціальне рівняння типу $dy/dt = f$, де y – характеристика системи; t – змінна часу; f – деяка функція y , t і, можливо, інших параметрів.

Детерміністичні і стохастичні моделі. Головна особливість *детерміністичної моделі* полягає в тому, що будь-який прогноз (жива маса рослини чи тварини, урожайність культури, кількість опадів) вона формує у вигляді числа, а не у вигляді розподілу ймовірностей. Це в ряді випадків прийнятне, однак, коли приходиться мати справу з величинами, значення яких прогнозувати важко (кількість опадів), такий підхід виявляється не зовсім задовільним.

Стохастична модель відрізняється тим, що в ній неодмінно присутні одна або декілька випадкових перемінних, заданих відповідними законами розподілу. Це дає можливість оцінювати не тільки середнє значення прогнозованого параметра, але і його дисперсію. Чим більше невизначеність у поведженні системи, тим ефективніше виявляється стохастична модель. Такі процеси, як народжуваність, міграція, смертність, радіоактивний розпад, хімічне перетворення, мають виражений випадковий характер і знаходять детермінізм, тільки коли в силу вступають закони великих чисел. Стохастичні моделі знаходять застосування при рішенні проблем епідеміології, динаміки популяцій, біологічного контролю і т.д. Цьому типу формалізації властиві швидко зростаюча складність і, крім того, при практичному застосуванні стохастичних моделей доводиться переборювати значні технічні труднощі. Звичайно виявляється доцільним попередньо сформулювати і спробувати вирішити проблему, користуючись детерміністичним підходом. Якщо при цьому результати будуть задовільними, то затрачати зусилля на розробку складної стохастичної моделі недоцільно.

Тести для самоперевірки

1. В чому полягає сутність емпіричної моделі?

А - описати аналітичне наближення до експериментальних даних.- відповідь вірна.

Б - спроба дати пояснення описуваному об'єкту, відповідь невірна, неповна;

В – емпірична модель описує пояснення поведження окремого об'єкта досліджуваної системи – відповідь невірна, так як емпірична модель описує;

Г - являє собою набір формальних співвідношень, які не відображають повністю поведження досліджуваної системи, відповідь невірна так емпірична модель являє собою набір формальних співвідношень, які відображають повністю поведження досліджуваної системи.

2. В чому полягає сутність функціональної моделі?

А - *Функціональні моделі* – це моделі, засновані на уявленнях про способи функціонування об'єкта моделювання.

Б - описування поведження параметрів, властивих системі - відповідь невірна тому що функціональна модель описує поведження параметрів, які властиві підсистемі;

В - модель складається із сукупностей, які носять назву пулів і описують поведження системи – відповідь невірна, так як кожен пул описує поведження підсистеми.

Г- це емпірична модель- відповідь невірна, тому що емпірична модель може бути тільки основою функціональної моделі..

3. Що характеризує статистична модель?

А - *Статична модель* – це математична конструкція, в яку не включена змінна часу- відповідь вірна;

Б - *Статична модель* – це математична конструкція, в яку включена змінна часу відповідь невірна, тому що змінна часу в статистичній моделі не враховується.

В - *Статична модель* – це математична конструкція, яка описує явище в розвитку - відповідь невірна, статистична модель описує явище в стані рівноваги.;

Г - *Статична модель* – це математична конструкція, описує динаміку процесу- відповідь невірна. В статистичну модель змінна часу не входить.

4. Що описує динамічна модель?

А - *динамічна модель* має змінну часу t і часто використовується для дослідження явищ у їхньому розвитку;

Б – *динамічна модель* будується на основі диференціальних рівнянь, що піддаються прямому інтегруванню;

В - *динамічна модель* будується на основі диференціальних рівнянь, що не піддаються прямому інтегруванню і мають аналітичних виразів – відповідь невірна так як динамічна модель будується на основі диференційних рівнянь, які мають аналітичний вираз.

Г - *динамічна модель* описує процеси, в яких змінна часу t не може фігурувати у явному вигляді- відповідь невірна, так як *динамічна модель* описує процеси, в яких змінна часу t може фігурувати у явному вигляді.

Еталонні відповіді: 1-А; 2- А; 3- А; 4 – А.

Тема 4. Основні методи математичного моделювання. Ключ - 2, .Розділ 2, с. 16 - 22.

У динамічних моделях значення змінних є функціями часу. Можлива наступна класифікація: змінні стану, змінні швидкості, допоміжні і керуючі змінні.

Змінні стану. Ці величини визначають або допомагають визначити стан системи в будь-який заданий момент часу. Типовими прикладами таких величин можуть бути маса сухої речовини M і площа листової поверхні L рослин. При конструюванні моделі в число змінних стану краще включати тільки ті кількісні характеристики чи властивості системи, які, по-перше, піддаються вимірюванню і, по-друге, становлять особливий інтерес для дослідника.

Проблема динамічного детермінованого моделювання складається з побудови диференціальних рівнянь, за допомогою яких можна було б прогнозувати значення всіх змінних стану в будь-який заздалегідь заданий момент часу.

Змінна швидкості – це характеристика, яка задає процес, що протікає в системі на даний момент. Розмірність змінної швидкості це – відношення тієї чи іншої величини до одиниці часу, отже, така характеристика не може бути виміряна миттєво (як змінна стану), а для цього потрібен інтервал Δt . Кожний процес у системі протікає з деякою швидкістю, і це є саме та швидкість, з якою змінюються в часі чисельні значення кожної з відповідних змінних.. Прикладами можуть бути інтенсивність фотосинтезу, інтенсивність дихання, швидкість засвоєння поживних речовин, швидкість переміщення асимілятів, швидкість розпаду білка, темпи росту. Ці процеси можна кваліфікувати як перетворення (хімічні перетворення в біології) або як переміщення. Коли визначені змінні стану, а також інші параметри і константи системи, то змінні швидкості можуть бути знайдені розрахунковими методами.

Допоміжні змінні. У більшості динамічних моделей бажано мати ряд додаткових змінних (окрім змінних стану, що самі по собі цілком визначають систему), які сприяють більш глибокому розумінню об'єкта і в окремих випадках результатів спостережень, що спрощують зіставлення

Такі характеристики одержали назву *допоміжних змінних*, оскільки вони (хоча теж є функціями часу) вводяться лише для зручності дослідника, який розроблює модель. Іноді в ролі допоміжних змінних виступають характеристики, які мають розмірність швидкості.

Керуючі змінні – це вхідна інформація моделі, значення якої змінюється в часі незалежно від поводження досліджуваної системи. Ріст рослин, тварин і багатьох інших організмів – результат впливу з боку зовнішнього середовища, вплив якого на визначених стадіях може розглядатися як константа. Однак, прийнято вважати, що навколишнє середовище згодом зазнає змін. Величини, які його характеризують можуть мати характер змінної стану (властивості, наприклад, температура і вологість) або перемінні швидкості (процеси, наприклад, засвоєння поживних речовин, випадання атмосферних опадів, сонячна радіація і вітер) з розмірністю «величина за одиницю часу».

Параметри і константи – це незалежні від часу кількісні показники і коефіцієнти, які включаються у математичні моделі. Під константою звичайно розуміють чисельну величину, яка має надійно і точно обчислене значення, що залишається незмінним при варіюванні умов експерименту, а також у тих випадках, коли модель використовується для перевірки різних гіпотез або для опису різних компонентів організму. До числа типових констант можна віднести відносну молекулярну масу глюкози, щільність води, кількість секунд у добі та ін. Термін «параметр» звичайно відноситься до характеристик, чисельні значення яких відрізняються меншою визначеністю, чим у констант, але, проте, залишаються незмінними протягом одного прогону моделі. Іноді в модель приходиться включати маловивчені параметри. В цьому випадку для уточнення їхніх значень бажано зіставляти результати моделювання з експериментальними даними, домагаючись при цьому потрібної якості погодженості. Для позначення безлічі параметрів і констант використовують символ P :

Всі змінні в моделях описуються диференціальними рівняннями.

Тести для самоперевірки

1 Що є функціями часу у динамічних моделях?

А - У динамічних моделях значення змінних є функціями часу:.. змінних стану, змінних швидкості, допоміжних і керуючих змінних відповідь вірна.

Б - У динамічних моделях значення змінних не можуть бути функціями часу – відповідь невірна, інакше це будуть статистичні моделі;

В - У динамічних моделях функціями часу є значення змінних стану – відповідь невірна, тому що неповна.;

Г - У динамічних моделях функціями часу є значення змінних швидкості – відповідь невірна, неповна, окрім змінних швидкості є зміни стану., допоміжні та керуючі змінні..

2. Що розуміють під поняттям « змінна швидкості»?

А - *Змінна швидкості* – це характеристика, яка задає процес, що протікає в системі на даний момент;

Б - це відношення тієї чи іншої величини до одиниці часу – не вірно тому що це та швидкість, з якою змінюються в часі чисельні значення кожної з відповідних змінних;

В - це – відношення тієї чи іншої величини до одиниці часу – відповідь невірна, тому що це визначення розмірності змінної швидкості.

Г - це характеристика процесу – відповідь невірна так як змінна швидкості задає процес, а не характеризує його.

3. Що розуміють під поняттям «керуючі змінні»?

А – *Керуючі змінні* – це змінна швидкості - відповідь невірна, тому що неповна, змінна швидкості може мати значення керуючої змінної;

Б -*Керуючі змінні* – це вхідна інформація моделі, значення якої змінюється в часі залежно від поводження досліджуваної системи – відповідь невірна, тому значення вхідної інформації змінюється незалежно від поводження системи.

В – *Керуючі змінні* - це вхідна інформація моделі, значення якої змінюється в часі незалежно від поводження досліджуваної системи – відповідь вірна

Г – керуючі змінні - величини, які можуть мати характер змінної стану. - відповідь невірна, тому значення стану змінюється незалежно від поводження системи.

4. Що означають параметри і константи моделі?

А - *Параметри і константи* – це незалежні від часу кількісні показники і коефіцієнти, які включаються у математичні моделі;

Б - чисельні величини, які має надійно і точно обчислене значення, що залишається незмінним при варіюванні умов експерименту – відповідь невірна, не повна.

В – параметри і константи залишаються незмінними протягом одного прогону моделі. – відповідь невірна, тому що поводження параметрів і констант різне;

Г – експериментальні дані - відповідь невірна, тому що параметри і константи мають точно обчислене значення..

Еталонні відповіді: 1 –А; 2 –А; 3 – В; 4 – А.

Тема 5. МОДЕЛЮВАННЯ ВОДНО-ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ ПОСІВІВ Ключ 2, розділ 3, стор . 24-27

Проблема оцінки впливу агрометеорологічних умов, що склалися, та очікуваних на ріст, розвиток і формування урожаю сільськогосподарських культур була і є однією з найголовніших проблем агрометеорології. В багатьох розділах агрометеорологічного забезпечення створені і широко застосовуються різні методи аналізу впливу погодних чинників на продуктивність рослин. Це методичне забезпечення викладене в фундаментальних документах, що регламентують оперативне забезпечення сільського господарства.

Теоретичні основи методів розрахунку. В основу розробки ми беремо існуючі й вдосконалені методи розрахунку характеристик радіаційного і водного режиму, які відповідають вимогам включення їх в автоматизовану систему агрометеорологічного забезпечення сільського господарства.

Радіаційний і тепловий режим рослинного покриву. Радіаційний баланс рослинного покриву можна представити у вигляді суми довгохвильової і короткохвильової радіації

$$R_L = Q_L + F_L ; \quad (3.1)$$

$$R_S = Q_S + F_S , \quad (3.2)$$

де R_L, R_S – радіаційний баланс рослинного покриву (РП) і поверхні ґрунту (ПГ);
 Q_L, Q_S – величини поглиненої короткохвильової радіації РП і ПГ;
 F_L, F_S – величини балансу довгохвильової радіації РП і ПГ.

Величини поглиненої короткохвильової радіації РП і ПГ визначимо за співвідношеннями

$$Q_L = Q_o (1 - \alpha_{LS}), \quad (3.3)$$

$$Q_S = Q_o a_Q (1 - \alpha_S), \quad (3.4)$$

де Q_o – сумарна короткохвильова радіація над верхньою межею РП;

α_{LS}, α_S – альbedo РП і ПГ;

a_Q – функція пропускання сумарної радіації РП.

Альbedo РП визначимо за формулою Ю.К. Росса [1975]:

$$\alpha_{LS} = \alpha_{Lh_o} + (\alpha_S - \alpha_{Lh_o}) \exp[-L(1 + \operatorname{ctgh}_o / \pi)], \quad (3.5)$$

Де
$$\alpha_{Lh_o} = \frac{0,4084}{1 + 1,1832 \sinh_o}.$$

Альbedo ПГ знайдемо в залежності від зволоження ґрунту за допомогою рівняння А.Т. Нагієва [1981]

$$\alpha_S^{\max} \quad \text{при } W_{SS} < W_{WP}$$

$$\alpha_S = \alpha_S^{\max} - (\alpha_S^{\max} - \alpha_S^{\min}) \frac{W_{SS} - W_{WP}}{W_{FC} - W_{WP}} \quad \text{при } W_{WP} \leq W_{SS} \leq W_{FC} \quad (3.6)$$

$$\alpha_S^{\min} \quad \text{при } W_{SS} > W_{FC},$$

де α_S – альbedo ПГ;

$\alpha_S^{\max}, \alpha_S^{\min}$ – альbedo сухого і досить зволоженого ґрунту;

W_{SS} – вологість поверхневого шару ґрунту;

W_{WP} – вологість стійкого в'янення;

W_{FC} – найменша волого місткість ґрунту.

Функцію пропускання сумарної радіації знайдемо за формулою Х.Г. Тоомінга і Ю.К. Росса [1964]:

$$a_Q = (1 - c_2) \exp\left(-\frac{k_s^L L}{\sinh_o}\right) + c_2 \exp\left(-c_3 \frac{k_s^L L}{\sinh_o}\right), \quad (3.7)$$

де c_2, c_3 – емпіричні постійні;

k_s^L – емпірична постійна, що характеризує вплив геометричної структури РП на пропускання сонячної радіації.

Величини балансу довгохвильової радіації визначимо аналогічно О.Д. Сиротенко [1981] за формулами:

$$F_L = (F_A + \varepsilon_S \sigma T_S^4 - 2\varepsilon_L \sigma T_L^4)(1 - e^{-kL}), \quad (3.8)$$

$$F_S = F_A e^{-kL} - \varepsilon_S \sigma T_S^4 + \varepsilon_L \sigma T_L^4 (1 - e^{-kL}), \quad (3.9)$$

де F_A – противипромінювання атмосфери

$\varepsilon_L, \varepsilon_S$ – коефіцієнти сірості листя;

σ – постійна Стефана-Больцмана;

T_L, T_S – температура листя і ґрунту;

k – емпіричний параметр орієнтації листя.

Противипромінювання атмосфери визначимо за виразом:

$$F_A = \varepsilon_a \sigma T_a^4, \quad (3.10)$$

T_a – температура повітря;

ε_a – коефіцієнт довгохвильового випромінювання, який може бути визначений за емпіричною формулою [Пенмана, 1948]:

$$\varepsilon_a = 0,398 \cdot 10^{-5} \cdot T_a^{2,148}. \quad (3.11)$$

Потік тепла в ґрунт і прийемо пропорційним радіаційному балансу ПГ (Ч.Х. Братсерт [1985])

$$B_S = c_{BS} R_S, \quad (3.12)$$

де c_{BS} – емпірична постійна.

Сумарна короткохвильова радіація визначалася за методом С.І. Сівкова [1968], який модифікувала Н.Ф. Харчевська [1990]

$$Q_o = A_1 \left(\frac{1}{\tau} + S \right)^{A_2} \exp\left(-A_3 \frac{S}{\tau} \right) + A_4 \exp\left[-A_5 \left(1 - \frac{S}{\tau} \right) (\sinh S)^{A_6} \right], \quad (3.13)$$

де $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6$ – константи;

τ – тривалість світлого часу доби (від сходу до заходу Сонця).

Тест и для самоперевірки

1. Назвіть складові радіаційного балансу РП.

А. *Радіаційний баланс* рослинного покриву - це суми довгохвильової і короткохвильової радіації.

Б - *Радіаційний баланс* рослинного покриву – це довгохвильова радіація.

В. - *Радіаційний баланс* рослинного покриву –це короткохвильова радіація.

Г - *Радіаційний баланс* рослинного покриву –це тепловий баланс РП.

2. Як визначається величина поглиненої короткохвильової радіації РП?

А - Величини поглиненої короткохвильової радіації РП і ПГ визначається співвідношенням $Q_L = Q_o (1 - \alpha_{LS})$,

Б - Величини поглиненої короткохвильової радіації РП визначається за співвідношенням .

В- Величини поглиненої короткохвильової радіації РП визначається за

співвідношенням $\alpha_{Lh_o} = \frac{0,4084}{1 + 1,1832 \sinh_o}$.

Г. Величини *поглиненої короткохвильової радіації* РП визначається за співвідношенням $B_S = c_{BS} R_S$,

3 Як визначаються величини балансу довгохвильової радіації визначимо?

А - Величини *балансу довгохвильової радіації* визначимо аналогічно О.Д. Сиротенко за формулами:

$$F_L = (F_A + \varepsilon_S \sigma T_S^4 - 2\varepsilon_L \sigma T_L^4)(1 - e^{-kL}),$$

$$F_S = F_A e^{-kL} - \varepsilon_S \sigma T_S^4 + \varepsilon_L \sigma T_L^4 (1 - e^{-kL}),$$

Б - Величини *балансу довгохвильової радіації* визначаються за формулою

$$F_S = F_A e^{-kL} - \varepsilon_S \sigma T_S^4 + \varepsilon_L \sigma T_L^4 (1 - e^{-kL}),$$

В - Величини *балансу довгохвильової радіації* визначаються за формулою $F_L = (F_A + \varepsilon_S \sigma T_S^4 - 2\varepsilon_L \sigma T_L^4)(1 - e^{-kL})$,

Г - Величини *балансу довгохвильової радіації* визначаються за формулою $B_S = c_{BS} R_S$.

4. Як визначається функція пропускання сумарної радіації?

А - знаходиться за формулою Х.Г.Тоомінга і Ю.К. Росса ;

Б - знаходиться за формулою Х.Г.Тоомінга

В - знаходиться за формулою Ю.К. Росса;

Г знаходиться за формулою Монсі і Саєкі.

Еталонні відповіді: 1- В, 2- А; 3 – А, 4 – А

Тема 6 .Водний режим рослинного покриву. Ключ 2, стор. 26 – 28

Випаровуваність рослинного покриву ЕТ визначимо за способом Пенмана, модифікованому Прістлі і Тейлором [1972]

$$ET = \alpha_e \frac{\Delta \left[\frac{(R_L + R_S - B_S)}{\lambda} \right]}{\Delta + \gamma}, \quad (3.14)$$

де α_e – коефіцієнт пропорційності;

Δ – нахил кривої залежності насичуючого тиску водяної пари від температури повітря;

γ – психрометрична постійна;

λ – прихована теплота пароутворення.

Розрахунок *величини оптимального водоспоживання* рослин визначимо за формулою С.І. Харченко:

$$E_{opt} = 16,7(0,72 Q_o - 0,5n), \quad (3.15)$$

де E_{opt} – оптимальне водоспоживання рослин за декаду;

n – кількість днів в розрахунковій декаді.

Значення *сумарного випаровування* посівів знайдемо за формулою С.І. Харченко [1975]:

$$(3.16)$$

де E – сумарне випаровування;

W – запаси вологи в метровому шарі ґрунту;

Θ – кількість опадів за декаду;

η – параметр.

Зміна запасів вологи в метровому шарі ґрунту визначимо за спрощеним рівнянням водного балансу:

$$W^{j+1} = W^j + \Theta^j - E^j. \quad (3.17)$$

$$(3.21)$$

Для встановлення *початку посухи* скористаємося *показником посушливості і Бова* [1956], який включає в собі основні чинники, що визначають умови росту сільськогосподарських рослин. Для розрахунку *фотосинтезу і чистої активної радіації* (ФАР) використовуємо вираз

$$Q_{PAR} = \alpha_{PAR} Q_o, \quad (3.18)$$

де Q_{PAR} – інтенсивність ФАР;

α_{PAR} – коефіцієнт переходу.

Для розрахунку *дефіциту у вологі в ґрунті* використаємо рівняння Г.Ф.Попова [1984]:

$$D_W^j = \Theta^j - E_{opt}^j + W^{j-1}, \quad (3.19)$$

де D_W – дефіцит вологі в ґрунті (величина, яка характеризує різницю початкової кількості вологі та її поповнення опадами і величини оптимальної потреби рослин).

Індекс забезпеченості рослин вологою являє собою комбінацію сумарного наростаючим підсумком дефіциту вологі в ґрунті і вологопотреби рослин за період вегетації. Він знаходиться за виразом:

$$I_W = 100 \left(1 + \sum_j D_W^j / SW_{req} \right), \quad (3.20)$$

де I_W – індекс забезпеченості рослин вологою;

SW_{req} – сумарна вологопотреба рослин за вегетаційний період.

Величина індексу виражається в процентах і її відмінність від 100% показує наскільки рослина забезпечена вологою. Якщо протягом вегетаційного періоду за декадою, в яку спостерігалось зниження індексу, слідує декада з хорошими умовами вологозабезпеченості (дефіцит вологі в ґрунті рівний нулю), то величина індексу зберігається на колишньому рівні.

Гідротермічний коефіцієнт Селянинова визначається за формулою

$$ГТК = \frac{\sum \Theta}{0,1 \sum t}. \quad \text{культур:}$$

$$K_B^j = \frac{10(W^0 + \sum \Theta)}{\sum t}, \quad (3.22)$$

де K_B – показник посушливості Бова;

W^0 – запаси продуктивної вологі в метровому шарі ґрунту на початок вегетації;

$\sum \Theta$ – кількість опадів, що випали з початку вегетації і до моменту настання посухи;

$\sum t$ – сума температур за період вище 0 °С.

Час, коли значення показника посушливості стає рівним 1,5 або менш приймається за початок посухи.

Для *розрахунку площі листової поверхні* використовуємо рівняння, запропоновані Л.А. Паєвською [1999]:

$$LAI^j = \left[0,044 + 0,026(x_1^j) + 0,878(x_1^j)^2 + 3,146(x_1^j)^3 - 3,101(x_1^j)^4 \right] LAI_{\max} \quad (3.23)$$

при $\sum t < \sum t_{\max 1}$;

$$LAI^j = LAI_{\max} \quad \text{при} \quad \sum t_{\max 1} < \sum t < \sum t_{\max 2}; \quad (3.24)$$

$$LAI^j = \left[1,007 - 0,356(x_2^j) + 0,743(x_2^j)^2 - 1,387(x_2^j)^3 \right] LAI_{\max} \quad (3.25)$$

при $\sum t > \sum t_{\max 2}$

$$x_1 = \frac{\sum t}{\sum t_{\max 1}}; \quad x_2 = \frac{\sum t - \sum t_{\max 2}}{\sum t_{\text{req}} - \sum t_{\max 2}},$$

де $\sum t$ – сума ефективних температур наростаючим підсумком від початку вегетації культури;

$\sum t_{\max 1}$ – сума ефективних температур, що характеризує настання фази розвитку рослин, при якій формується максимальна площа листя посіву;

$\sum t_{\max 2}$ – сума ефективних температур, що характеризує фазу розвитку рослин, при якій починається природне старіння асиміляційного апарату;

$\sum t_{\text{req}}$ – сума ефективних температур за період вегетації культури;

LAI_{\max} – максимальна площа листя культури, м²/м².

Тести для самоперевірки

1. Як визначається випаровуваність?

А - Випаровуваність рослинного покриву ЕТ визначається способом Пенмана, модифікованому Прістлі і Тейлором – відповідь вірна

Б- Випаровуваність рослинного покриву ЕТ визначається способом С.І. Харченко – відповідь невірна, тому що *впаровуваність* рослинного покриву ЕТ визначається способом Пенмана, модифікованому Прістлі і Тейлором

В - Випаровуваність рослинного покриву ЕТ визначається способом Шарова – відповідь невірна тому що *впаровуваність* рослинного покриву ЕТ визначається способом Пенмана, модифікованому Прістлі і Тейлором.

Г - Випаровуваність рослинного покриву ЕТ визначається способом Іванова – відповідь невірна, тому що *впаровуваність* рослинного покриву ЕТ визначається способом Пенмана, модифікованому Прістлі і Тейлором.

2. Як визначається величина оптимального водоспоживання?

А – величина оптимального водоспоживання визначається за формулою Мезенцева – відповідь невірна, тому що оптимальне водоспоживання визначається за формулою С.І. Харченко.

Б.- величина оптимального водоспоживання визначається за формулою С.І Харченко. – відповідь вірна.

В.- величина оптимального водоспоживання визначається за формулою Костянтинова – відповідь невірна, тому що величина оптимального водоспоживання визначається за формулою С.І Харченко.

Г – величина оптимального водоспоживання визначається за формулою Торнлі – відповідь невірна, тому що величина оптимального водоспоживання визначається за формулою С.І Харченко.

3. Як визначається дефіцит вологи?

А. Для розрахунку *дефіциту вологи* в ґрунті використаємо рівняння Г.Ф.Попова – відповідь вірна.

Б- Для розрахунку *дефіциту вологи* в ґрунті використаємо рівняння Сівкова – відповідь невірна, тому що для розрахунку *дефіциту вологи* в ґрунті використаємо рівняння Г.Ф.Попова

В. Для розрахунку *дефіциту вологи* в ґрунті використаємо рівняння Шашко - відповідь невірна, тому що для розрахунку *дефіциту вологи* в ґрунті використаємо рівняння Г.Ф.Попова.

Г. Для розрахунку *дефіциту вологи* в ґрунті використаємо рівняння Броунова - відповідь невірна, тому що для розрахунку *дефіциту вологи* в ґрунті використаємо рівняння Г.Ф.Попова.

4. Що приймається за коефіцієнт посушливості ?

А. Для встановлення *початку посухи* скористаємося *показником посушливості Бова*- відповідь вірна.

Б - Для встановлення *початку посухи* скористаємося *показником посушливості Уланової* – відповідь невірна, тому що для встановлення *початку посухи* використовується *показник посушливості Бова*.

В. - Для встановлення *початку посухи* використовується *показник посушливості Руденко* – відповідь невірна, тому що для встановлення *початку посухи* використовується *показник посушливості Бова*.

Г - Для встановлення *початку посухи* використовується *показник посушливості Шашко* – відповідь невірна, тому що для встановлення *початку посухи* використовується *показник посушливості*

Еталонні відповіді; 1- А; 2–Б; 3 – А; 4 – А.

Тема 7 Основні формули розрахунку фотосинтезу листка. Ключ 2, розділ 3, стор. 28-34.

Фотосинтез листка (асимілюючої поверхні рослинного покриву) розраховується за формулою:

$$\Phi_o^j = \frac{k \cdot b \cdot I^j}{k + b \cdot I^j}, \quad (4.17)$$

де Φ_o^j – інтенсивність фотосинтезу за оптимальних умов теплоти

вологозабезпеченості в реальних умовах освітлення, мгСО₂/(дм²·год.);

k – інтенсивність фотосинтезу при світловому насиченні та нормальній концентрації СО₂, мгСО₂/(дм²·год.);

b – початковий нахил світлової кривої фотосинтезу, (мгСО₂/(дм²·год.))/(кал/(см²·хв));

I – інтенсивність фотосинтетично активної радіації (ФАР) в середині посіву, кал/(см²·хв);

j – номер кроку розрахункового періоду.

Для розрахунку фотосинтезу в онтогенезі в реальних умовах середовища, які відрізняються від біологічно оптимальних, використовується формула

$$\Phi_{\tau}^j = \Phi_o^j \cdot \alpha_{\phi}^j \cdot \psi_{\phi}^j \cdot \gamma_{\phi}^j, \quad (4.18)$$

де Φ_{τ}^j – інтенсивність фотосинтезу в реальних умовах навколишнього середовища;

α_{ϕ}^j – онтогенетична крива фотосинтезу;

$\Psi_{\phi}^j, \gamma_{\phi}^j$ – функції впливу факторів зовнішнього середовища, які представляють собою одновершинні криві.

Функція впливу температури повітря на інтенсивність фотосинтезу так звана "температурна крива фотосинтезу" визначається як

$$\Psi_{\phi} = \begin{cases} 13,7 \sin(0,0774 x_2) & \text{при } t < t_{opt1}^{\Phi} \\ 1 & \text{при } t_{opt1}^{\Phi} \leq t_n \leq t_{opt2}^{\Phi} \\ 1,1323 \cos(1,5705 x_3) - 0,1323 & \text{при } t > t_{opt2}^{\Phi} \end{cases}; \quad (4.19)$$

$$x_2 = (t_n - t_o^{\Phi}) / (t_{opt1}^{\Phi} - t_n); \quad (4.20)$$

$$x_3 = (t_n - t_{opt2}^{\Phi}) / (t_{max}^{\Phi} - t_{opt2}^{\Phi}), \quad (4.21)$$

де Ψ_{ϕ} – температурна крива фотосинтезу;

t_n – температура повітря, °С;

$t_o^{\Phi}, t_{opt1}^{\Phi}, t_{opt2}^{\Phi}, t_{max}^{\Phi}$ – відповідно початкова, нижня і верхня межі оптимальної температури і максимальна температура процесу фотосинтезу.

Функція впливу вологозабезпеченості посівів на інтенсивність фотосинтезу має такий вигляд

$$\gamma_{\phi}^j = 4,20 \exp(-0,70 W / W_{нв}) - 5,48 \exp(-1,65 W / W_{нв}) \quad (4.22)$$

при $W_{нв} \leq 85$ мм;

та

$$\gamma_{\phi}^j = 2,90 \exp(-0,91 W / W_{нв}) - 3,64 \exp(-2,73 W / W_{нв}) \quad (4.23)$$

при $W_{нв} > 85$ мм,

де T_{δ} – середньоденна температура повітря за декаду, °С;

W – запаси продуктивної вологи у 0–50 см шарі ґрунту, мм;

$W_{нв}$ – найменша вологоємність у 0–50 см шарі ґрунту, мм.

Онтогенетична крива фотосинтезу – це одновершинна крива, яка описується виразом

$$\alpha_{\phi}^j = l - a \left(\frac{TS_2 - \sum t_l^1}{10} \right)^2, \quad (4.24)$$

де параметр a знаходиться за допомогою формули

$$a = \frac{-100 l_n \cdot \alpha_{\phi}^j}{\sum t_l^1}, \quad (4.25)$$

де TS_2 – сума ефективних температур наростаючим підсумком; $\sum t_l^1$ – сума ефективних температур, при якій спостерігається максимальна інтенсивність фотосинтезу листя;

$\alpha_{\phi}^j = 0,5$ – початкова інтенсивність фотосинтезу по відношенню до максимально можливої величини на початок вегетації при $TS_2 = 0$.

Функції $\alpha_{\phi}^j, \psi_{\phi}^j, \gamma_{\phi}^j$ нормовані та змінюються від 0 до 1.

Сумарний фотосинтез посіву за світлу пору доби розраховується за формулою:

$$\hat{O}^j = \varepsilon \hat{O}_{\tau}^j LAI^j \tau_g^j, \quad (4.26)$$

де Φ – денний фотосинтез посіву на одиницю площі, г/(м²·день);

$\varepsilon = 0,68$ – коефіцієнт ефективності фотосинтезу;

LAI – площа листя м²/м²;

τ – тривалість дня, год.

Приріст біомаси посіву визначається залишком між сумарним фотосинтезом посіву та витратами на дихання:

$$\Delta M^j = \Phi^j - R^j. \quad (4.27)$$

Для розрахунку площі лист я використовуються рівняння, виду

$$LAI^j = \left[0,044 + 0,026(x_1^j) + 0,878(x_1^j)^2 + 3,146(x_1^j)^3 - 3,101(x_1^j)^4 \right] LAI_{\max} \quad (4.28)$$

при $\sum t < \sum t_{\max 1}$;

$$LAI^j = LAI_{\max} \quad (4.29)$$

при $\sum t_{\max 1} < \sum t < \sum t_{\max 2}$;

$$LAI^j = \left[1,007 - 0,356(x_2^j) + 0,743(x_2^j)^2 - 1,387(x_2^j)^3 \right] LAI_{\max} \quad (4.30)$$

при $\sum t > \sum t_{\max 2}$;

$$x_1 = \frac{\sum t}{\sum t_{\max 1}}; \quad (4.31)$$

$$x_2 = \frac{\sum t - \sum t_{\max 2}}{\sum t_{\max 2} - \sum t_{\max 1}}, \quad (4.32)$$

де $\sum t$ – сума ефективних температур наростаючим підсумком від початку вегетації культури;

$\sum t_{\max 1}$ – сума ефективних температур, що характеризує настання фази розвитку рослин, при якій формується максимальна площа листя посіву;

$\sum t_{\max 2}$ – сума ефективних температур, що характеризує фазу розвитку рослин, при якій починається природне старіння асиміляційного апарату;

$\sum t_{\text{req}}$ – сума ефективних температур за період вегетації культури;

LAI_{\max} – максимальна площа листя культури, м²/м².

Поглинена посівом фотосинтетично активна радіація (ФАР) розраховується за формулою

$$I^j = \frac{I_o^j}{1 + C^* LAI}, \quad (4.33)$$

де I_o^j – поглинена сонячна радіація, кал/(см²/хв);

$C = 0,5$ – емпірична стала величина;

LAI – площа листя, м²/м².

Потік ФАР на верхню межу посіву визначається за формулою:

$$I_o^j = \frac{0,5Q^j}{60\tau_g}, \quad (4.34)$$

де Q – сумарна сонячна радіація, кал/(см²/доба).

Сумарна сонячна радіація розраховується за формулою С. І. Сівкова:

$$Q^j = 12,66(S^j)^{1,31} + 315(\sin h_o^j)^{2,1}, \quad (4.35)$$

де S – тривалість сонячного сьйва;

h_o – полуденна висота Сонця.

Тести для самоперевірки

1 Як визначається функція я впливу температури повітря на інтенсивність фотосинтезу?

А - "температурна крива фотосинтезу" визначається за формулою

$$\Psi_{\Phi} = \begin{cases} 13,7 \sin(0,0774 x_2) & \text{при } t < t_{opt1}^{\Phi} \\ 1 & \text{при } t_{opt1}^{\Phi} \leq t_{\pi} \leq t_{opt2}^{\Phi} \\ 1,1323 \cos(1,5705 x_3) - 0,1323 & \text{при } t > t_{opt2}^{\Phi} \end{cases}$$

Відповідь вірна.

Б. "Температурна крива фотосинтезу" визначається за формулою

$$Q^j = 12,66(S^j)^{1,31} + 315(\sin h_o^j)^{2,1} - \text{відповідь невірна, дивись пункт А.}$$

В. "Температурна крива фотосинтезу" визначається за формулою –

$$I_o^j = \frac{0,5Q^j}{60\tau_g}, \text{відповідь невірна, дивись пункт А.}$$

Г. "Температурна крива фотосинтезу" визначається за формулою

$$I^j = \frac{I_o^j}{1 + C^* LAI}, \text{відповідь невірна дивись пункт А.}$$

2. Як визначається сумарний фотосинтез?

А. Сумарний фотосинтез посіву за світлу пору доби розраховується за формулою: $\Delta M^j = \Phi^j - R^j$. – відповідь невірна, тому що сумарний фотосинтез посіву за світлу пору доби розраховується за формулою:

$$\hat{O}^j = \varepsilon \hat{O}_{\tau}^j LAI^j \tau_g^j,$$

Б. Сумарний фотосинтез посіву за світлу пору доби розраховується за формулою:

$$\hat{O}^j = \varepsilon \hat{O}_{\tau}^j LAI^j \tau_g^j, - \text{відповідь вірна.}$$

В. Сумарний фотосинтез посіву за світлу пору доби розраховується за формулою:

$\gamma_{\phi}^j = 4,20 \exp(-0,70 W/W_{\text{нв}}) - 5,48 \exp(-1,65 W/W_{\text{нв}})$ – відповідь невірна, тому що сумарний фотосинтез посіву за світлу пору доби розраховується за формулою:

$$\hat{O}^j = \varepsilon \hat{O}_{\tau}^j LAI^j \tau_g^j,$$

3. Як визначається приріст біомаси посіву?

А - Приріст біомаси посіву визначається залишком між сумарним фотосинтезом посіву та витратами на дихання: $\Delta M^j = \Phi^j - R^j$. Відповідь вірна.

Б – Приріст біомаси посіву визначається за формулою $\hat{O}^j = \varepsilon \hat{O}_\tau^j LAI^j \tau_g^j$, відповідь невірна.

В - Приріст біомаси посіву визначається за формулою $I_o^j = \frac{0,5Q^j}{60\tau_g}$. Відповідь невірна.

Г. Приріст біомаси посіву визначається за формулою Берлянда. Відповідь невірна.

4. Як розраховується сумарна сонячна радіація?

А- За формулою Сивкова; відповідь вірна.

Б – за формулою Будаговського, відповідь невірна.

В – За формулою Торнлі, відповідь невірна.

Г – за формулою Ничипоровича, відповідь невірна.

Еталонні відповіді: 1 – А, 2 – Б, 3 – А, 4 – А.

Тема 8. Загальна характеристика продукційного процесу рослин . Ключ -1, – розділ 9, с 209 – 227.

Продукційний процес рослин – це сукупність окремих взаємопов'язаних процесів, з яких фундаментальними є фотосинтез, дихання і ріст, в ході яких відбувається формування урожаю. Продукційний процес рослин залежить від умов зовнішнього середовища і сам перетворює довкілля, в основному через архітектуру, газообмін та транспірацію фітоценозу. Рослини, поглинаючи листям з атмосфери CO_2 і кореневою системою воду з ґрунту, створюють в процесі фотосинтезу під впливом енергії сонячної радіації органічну речовину у вигляді асимілятів. Одночасно відбувається транспірація, яка відповідальна за забезпечення рослин водою і елементами мінерального живлення і за регуляцію теплового режиму рослин. У залежності від інтенсивності ФАР, водного і температурного режимів, швидкості вітру, концентрації CO_2 у повітрі, родючості ґрунту і видових особливостей рослин процес фотосинтезу може йти з більшою або меншою швидкістю.

Другий фундаментальний процес – дихання забезпечує постачання енергією різних біохімічних процесів синтезу, пов'язаних із ростом, побудовою нових структурних елементів рослин і з транспортом речовин, а також підтримкою життєдіяльних структур органів рослин. При цьому витрачаються органічні речовини, накопичені в органах рослин.

Третій фундаментальний процес – ріст. Фотосинтез і ріст розглядаються як взаємопов'язані процеси. Енергетичне забезпечення ростової функції з боку фотосинтезу є неодмінною умовою росту. Система донорно-акцепторних відносин є основним виявленням інтеграції фотосинтезу і росту на рівні цілого організму. Між донором і акцептором формуються тимчасові проміжні фонди асимілятів. Фонди можуть знаходитися у кожному органі, але більш мобільні з них, ймовірно, знаходяться у листках і стеблах. Запасні асиміляти, на більш тривалий період, переважно накопичуються у коренях. В умовах екологічного стресу, коли пригнічується фотосинтез, величина фондів стає істотним чинником формування урожаю.

Тести для самоперевірки

1. Із яких фундаментальних процесів складається продукційний процес рослин?

А. Мінеральне живлення, дихання, фотосинтез - відповідь невірна через включення до фундаментальних процесів мінерального живлення.;

Б - фотосинтез, дихання і ріст – відповідь вірна;

В - газообмін і транспірація відповідь невірна, фундаментальні процеси названі не всі.;

Г – тепло та вологозабезпеченість- відповідь невірна через те, що ці процеси є супроводжуваними фундаментальні процеси..

2. Від чого залежить інтенсивність фотосинтезу?

А - від інтенсивності ФАР, водного і температурного режимів, швидкості вітру, концентрації CO₂ у повітрі, родючості ґрунту і видових особливостей рослин – відповідь вірна;

Б – газообміну та транспірації фітоценозу відповідь невірна через відсутність основного компоненту фотосинтезу.

В - від інтенсивності ФАР, температурного режиму та транспірації фітоценозу – відповідь невірна через неконкретність та неповноту;

Г – від вологи, вуглекислого газу і елементів мінерального живлення – відповідь невірна, відсутнє посилення на надходження ФАР..

3 – Які процеси забезпечує дихання рослин?

А - дихання забезпечує постачання енергією різних біохімічних процесів синтезу - відповідь вірна,;

Б - побудову нових структурних елементів рослин і з транспортом речовин – відповідь вірна але неповна.;

В - підтримку життєдіяльних структур органів рослин - відповідь невірна через недостатнє освітлення питання;

Г - дихання забезпечує транспорт речовин - відповідь невірна, тому що дихання забезпечує постачання енергією різних біохімічних процесів синтезу, пов'язаних із ростом, побудовою нових структурних елементів рослин і з транспортом речовин, а також підтримкою життєдіяльних структур органів рослин.

4. Що забезпечує ріст рослин?

А - Система донорно-акцепторних відносин відповідь невірна тому що енергетичне забезпечення ростової функції з боку фотосинтезу є неодмінною умовою росту.

Б - Енергетичне забезпечення ростової функції з боку фотосинтезу є неодмінною умовою росту – відповідь вірна;

В - Проміжні фонди асимілятів – відповідь невірна, тому що тимчасові проміжні фонди асимілятів формуються в результаті росту.;

Г - запасні субстрати попереднього фотосинтезу – відповідь невірна тому, що система донорно-акцепторних відносин є основним виявленням інтеграції фотосинтезу і росту на рівні цілого організму.

Еталонні відповіді: 1 – Б; 2-А; 3 –А; 4 – Б.

. Тема 9..Моделювання продукційного процесу процесу рослин. Ключ –1, розділ 9, с .209 – 218.

Фонди забезпечують часткову автономність функції фотосинтезу і росту. Можливе обмеження росту без фотосинтезу за умови, що енергетичне постачання відбувається за рахунок запасних субстратів попереднього фотосинтезу. Таким шляхом ростуть паростки, пагони і листя з бруньок дерев, так відбувається ріст у нічні години і т.д. Налив зерна у зернових культур і формування бульб у картоплі здійснюється також не тільки за рахунок "свіжих" асимілятів, що утворюються в листках, але і шляхом використання фондів асимілятів. Ріст є складовою частиною продукційного процесу, який супроводжується збільшенням маси і розмірів органів, органел і живого організму в цілому.

Найбільш елементарний показник росту фітомаси – це приріст, тобто різниця між сухою фітомасою за певний проміжок часу

Приріст сухої фітомаси не є вичерпною характеристикою при оцінці росту органів рослин, оскільки не враховує хімічний склад фітомаси. Приріст сухої маси відбувається за якийсь інтервал часу Δt тому вживається поняття абсолютної швидкості росту та відносного приросту.

При аналізі приросту біомаси використовується і величина чистої продуктивності фотосинтезу посівів. За період вегетативного росту і в оптимальних умовах збільшення структурної маси відбувається пропорційно самій масі (стадія експоненціального росту). Ріст окремих органів рослини в оптимальних умовах протягом всього онтогенезу має характерні для даного виду закономірності, що задані генетичним кодом рослини. При нестачі будь-якої фондової речовини ріст обмежений і пропорційний концентрації фондової речовини. При повних фондах лімітування росту фондами відсутнє.

Крім фондів вуглеводів і N, P, K, істотний вплив на ріст проявляють температура і водний режим рослин. Ріст відбувається в певному температурному інтервалі, в середині цього інтервалу при оптимальній температурі ріст досягає максимальної швидкості. При великих значеннях водного потенціалу вода не лімітує його ріст, однак при погіршенні водного режиму ріст рослини буде затримуватись і припиниться, якщо водний потенціал досягне деякого критичного значення.

Згідно з роботами Х.Г. Тоомінга найвища продуктивність посівів сільськогосподарських культур може бути досягнута за наступних умов:

- формується оптимальний за розмірами і по тривалості роботи фотосинтетичний апарат;
- досягається найкраща по інтенсивності і по якійсній спрямованості його робота в різних фазах росту та розвитку рослин;
- забезпечується найкраще використання продуктів фотосинтезу з найменшими їх витратами на процеси загального метаболізму і росту;
- хід цих процесів підтримується оптимальним співвідношенням чинників середовища: світла, тепла, вологи, вуглекислого газу і елементів мінерального живлення. Передумовою для створення математичних моделей продукційного процесу розвитку рослин є знання закономірностей залежності вищеназваних фундаментальних процесів від чинників зовнішнього середовища і від внутрішніх біологічних, видових та адаптивних особливостей рослин у взаємозв'язку і в динаміці онтогенезу.

Тести для самоперевірки

1. Що означає ріст рослин?

А – збільшення розмірів біомаси – відповідь невірна, тому що - ріст супроводжується збільшенням маси і розмірів органів, органел і живого організму в цілому;

Б - ріст супроводжується збільшенням маси і розмірів органів, органел і живого організму в цілому - відповідь вірна.

В- ріст - суха фітомаса за певний проміжок часу – відповідь невірна тому що - ріст супроводжується збільшенням маси і розмірів органів, органел і живого організму в цілому;

Г - Енергетичне забезпечення ростової функції з боку фотосинтезу є неодмінною умовою росту – відповідь невірна тому що ріст супроводжується збільшенням маси і розмірів органів, органел і живого організму в цілому;

2. Що приймається за показник росту?

А - абсолютна швидкість росту та відносний приріст – відповідь невірна тому що показник росту - це приріст, тобто різниця між сухою фітомасою за певний проміжок часу;

Б - Ріст задається генетичним кодом рослини – відповідь невірна тому що вживається поняття абсолютної швидкості росту та відносного приросту.

В - показник росту фітомаси – це приріст, тобто різниця між сухою фітомасою за певний проміжок часу;

Г – збільшення структурної біомаси відповідь невірна тому що це приріст, тобто різниця між сухою фітомасою за певний проміжок часу;

3. Що обмежує ріст рослин ?

А - нестача будь-якої фондової речовини обмежує ріст – відповідь вірна;

Б – збільшення концентрації фондової речовини, відповідь невірна, тому що збільшення концентрації однієї фондової речовини зменшує концентрацію іншої.

В - При повних фондах лімітування росту фондами відсутнє відповідь невірна. Найвища продуктивність посівів сільськогосподарських культур може бути досягнута за наступних умов:– формується оптимальний за розмірами і по тривалості роботи фотосинтетичний апарат; – досягається найкраща по інтенсивності і по якісній спрямованості його робота в різних фазах росту та розвитку рослин; – забезпечується найкраще використання продуктів фотосинтезу з найменшими їх витратами на процеси загального метаболізму і росту;

Г - температура і водний режим рослин - відповідь невірна тому що найвища продуктивність посівів сільськогосподарських культур може бути досягнута за наступних умов:– формується оптимальний за розмірами і по тривалості роботи фотосинтетичний апарат; – досягається найкраща по інтенсивності і по якісній спрямованості його робота в різних фазах росту та розвитку рослин; – забезпечується найкраще використання продуктів фотосинтезу з найменшими їх витратами на процеси загального метаболізму і росту;

4. Коли формується найвища продуктивність рослин?

А – при формуванні фотосинтетичного апарату і тривалості його роботи – відповідь невірна тому що найвища продуктивність формується при формуванні оптимального фотосинтетичного апарату, який має оптимальну інтенсивність та забезпечує найкраще використання продуктів фотосинтезу і при цьому підтримується оптимальним співвідношенням чинників середовища.

Б - коли досягається найкраща по інтенсивності і по якісній спрямованості робота фотосинтетичного апарату в різних фазах росту та розвитку рослин – відповідь невірна тому що найвища продуктивність формується при формуванні оптимального фотосинтетичного апарату, який має оптимальну інтенсивність та забезпечує найкраще використання продуктів фотосинтезу і при цьому підтримується оптимальним співвідношенням чинників середовища.

В - забезпечується найкраще використання продуктів фотосинтезу з найменшими їх витратами на процеси загального метаболізму і росту відповідь неповна, тому що максимум продуктів фотосинтезу забезпечує оптимальний фотосинтетичний апарат.

Г – за умови, що формується оптимальний фотосинтетичний апарат, який має оптимальну інтенсивність та забезпечує найкраще використання продуктів фотосинтезу і при цьому підтримується оптимальним співвідношенням чинників середовища.

Еталонні відповіді: 1 –Б; 2 –В; 3 – А; 4 – Г.

Тема 10. Моделювання фотосинтезу, дихання і газообміну CO₂ Ключ –1, Розділ 9. с.212 – 219.

Загально визнаним прийомом розглядання енерго- і масообмінних процесів у системі ґрунт – рослина – атмосфера є аналог у вигляді електричних ланцюжків з інтерпретацією зв'язків між об'єктами системи як опору на шляху потоку субстанції

Теплообмін між листком і повітрям проходить через поверхню листка, він визначається опором ламінарного шару повітря у міжлистковому просторі – опором примежового шару листка r_a . Зовні листок має одношаровий епідерміс (на верхньому та нижньому боці листка). Зовнішні стінки епідермісу покриті кутикулою – вологозахисним шаром. Епідерміс разом з кутикулою створює ефективний бар'єр на шляху руху води. Між верхнім і нижнім епідермісом розміщені два види рослинної тканини (зверху – палісадний

(стовпчастий) мезофіл, внизу – губчастий мезофіл) та велика кількість міжклітинників. Завдяки розвинутій системі міжклітинників мезофіл має величезну поверхню, що в багато разів перевищує зовнішню поверхню листка. Вода в міжклітинниках випаровується із всіх відкритих ділянок клітин мезофілу. У більшості видів рослин на нижньому епідермісі містяться устячкові (отвори) щілини – устячки.

Під транспірацією листя розуміють перенесення водяної пари уздовж градієнта концентрації з поверхонь, що випаровують, усередині листка до зовнішньої його поверхні і далі у повітря. Випаровування з листка відбувається в двох місцях: із зовнішніх стінок клітин епідермісу і зі стінок клітин мезофілу, що виходять у міжклітинні простори, заповнені повітрям. Звідси пара рухається до поверхні листка: у першому випадку через кутикулу, долаючи кутикулярний опір r_{cut} а в другому – через продихові (устячкові) щілини, долаючи устячковий опір (рис. 9.2 а). Коли устячка відкриті, роль кутикулярної транспірації мала. Оскільки шляхи руху водяної пари – через кутикулу і через устячка – паралельні, то й сумарний внутрішній опір водяній парі r_w виражається через устячковий опір r_s і кутикулярний опір r_{cut} .

На поверхні листка на перенесення водяної пари впливає, як і при теплообміні, опір примежового шару r_a . На шляху водяної пари опори r_w і r_a послідовні.

Газообмін CO_2 між листком і повітрям є результатом протікання в листку процесів фотосинтезу і дихання. При фотосинтезі листок поглинає CO_2 з повітря у міжлистковому просторі. Молекули CO_2 рухаються через примежовий (приграничний) шар повітря над листком і через продихові (устячкові) отвори в міжклітинний простір всередині листка, де вони дифундують крізь стінки мезофільних клітин. На стінках мезофільних клітин молекули CO_2 розчиняються, і подальший їхній шлях у центри карбоксилювання в хлоропластах описується законом дифузії розчинених газів у рідині і характеризується опором мезофіла r_{md} . У центрах карбоксилювання молекули CO_2 вступають у біохімічний цикл фотосинтезу. У процесі темного дихання молекули CO_2 виділяються в мітохондріях, що знаходяться усередині клітини на деякій відстані від центрів карбоксилювання. Тому вони можуть дифундувати або до стінок клітин і потрапити в міжклітинний простір, або до центрів карбоксилювання в межах клітини і поглинатися в процесі фотосинтезу.

У процесі світлового дихання молекули CO_2 виникають у безпосередній близькості від центрів карбоксилювання й імовірність їх дифундування в міжклітинний простір мала. Дифузійний шлях молекул CO_2 , що виділяються в процесі дихання, істотно залежить від побудови і структури клітин.

Процес фотосинтезу у листку підрозділяється на два етапи: дифузія молекул CO_2 з повітря до центрів карбоксилювання у клітині, що описується законами біофізики, і біохімічний цикл фотосинтезу в хлоропластах, який описується законами фотобіології і біохімії.

Біохімічний цикл фотосинтезу описується рівнянням Міхаеліса-Ментен. Для оцінки залежності інтенсивності фотосинтезу від щільності світлового потоку існує багато різноманітних формул. Вплив інших факторів зовнішнього середовища (температури, водного режиму, швидкості вітру і вологості повітря) на фотосинтез враховується побічно, в основному через дифузійні опори. Фотобіологічна сторона фотосинтезу визначається через кут нахилу світлової кривої a_{ϕ} . Біохімічний цикл фотосинтезу виражається через параметри Φ_m і r_{mx}

У процесі темного дихання молекули CO_2 виділяються в мітохондріях, що знаходяться усередині клітини на деякій відстані від центрів карбоксилювання. Тому вони можуть дифундувати або до стінок клітин і потрапити в міжклітинний простір, або до центрів карбоксилювання в межах клітини і поглинатися в процесі фотосинтезу.

У процесі світлового дихання молекули CO_2 виникають у безпосередній близькості від центрів карбоксилювання й імовірність їх дифундування в міжклітинний простір мала. Дифузійний шлях молекул CO_2 , що виділяються в процесі дихання, істотно залежить від

побудови і структури клітин. Дихання росту характеризує витрату енергії на створення нової структурної маси, причому добове дихання росту пропорційно денній сумі фотосинтезу Φ .

Дихання підтримки характеризує витрату енергії на підтримку життєздатності живих структур рослини, причому дихання підтримки всієї рослини R_M пропорційно масі рослини. Таким чином, витрати на дихання, пов'язане з підтримкою структурної організації тканин, і на дихання, пов'язане з переміщенням речовин, фотосинтезом та створенням нових структурних одиниць.

Приріст біомаси посіву визначається залишком між сумарним фотосинтезом посіву та витратами на дихання

Фотосинтез листка (асимілюючої поверхні рослинного покриву) в онтогенезі в в реальних умовах середовища, які відрізняються від біологічно оптимальних, розраховується за даними інтенсивності фотосинтезу при оптимальних умовах тепло- і вологозабезпеченості в реальних умовах освітленості, онтогенетичної кривої середовища та функції впливу факторів зовнішнього середовища, які представляють собою одновершинні криві.

Тести для самоперевірки

1. Чим визначається теплообмін між листком і повітрям?

А – теплообмін визначається поверхнею листка- відповідь невірна, тому що теплообмін визначається опором ламінарного шару повітря у міжлистковому просторі ;

Б - Теплообмін між листком і повітрям проходить через поверхню листка, він визначається опором ламінарного шару повітря у міжлистковому просторі – відповідь вірна

В -- Теплообмін визначається опором примежового шару листка $r_{a,}$ - відповідь вірна тільки частково тому що теплообмін проходить через поверхню листка і визначається опором ламінарного шару повітря у міжлистковому просторі ;

Г – наявністю продихів- відповідь невірна тому що теплообмін проходить через поверхню листка і визначається опором ламінарного шару повітря у міжлистковому просторі ;

2. Що розуміють під транспірацією рослин?

А – випаровування води листям, відповідь невірна тому що під транспірацією розуміють перенесення водяної пари уздовж градієнта концентрації всередині листка до зовнішньої його поверхні і далі у повітря;

Б - процес дихання відповідь невірна тому що під транспірацією розуміють перенесення водяної пари уздовж градієнта концентрації всередині листка до зовнішньої його поверхні і далі у повітря

В -перенесення водяної пари уздовж градієнта концентрації всередині листка до зовнішньої його поверхні і далі у повітря - **відповідь вірна.**

Г – процес фотосинтезу- відповідь невірна, тому що під транспірацією розуміють перенесення водяної пари уздовж градієнта концентрації всередині листка до зовнішньої його поверхні і далі у повітря.

3. Як відбувається газообмін між листком і повітрям?

А - газообмін між листком і повітрям є результатом протікання в листку процесів фотосинтезу і дихання - **відповідь вірна;**

Б- поглинання CO_2 , - відповідь неповна тому що газообмін між листком і повітрям є результатом протікання в листку процесів фотосинтезу і дихання;

В - через продихові отвори- відповідь невірна, газообмін між листком і повітрям є результатом протікання в листку процесів фотосинтезу і дихання;

Г – через біохімічний процес- відповідь невірна, газообмін між листком і повітрям є результатом протікання в листку процесів фотосинтезу і дихання;

4. Як враховується вплив факторів навколишнього середовища на фотосинтез?

А - через щільність світлового потоку- відповідь невірна тому що вплив факторів навколишнього середовища враховується побічно, в основному через дифузійні опори;

Б - вплив факторів навколишнього середовища враховується побічно, в основному через дифузійні опори – **відповідь вірна**;

В – визначається через кут нахилу світлової кривої, вплив факторів навколишнього середовища враховується побічно, в основному через дифузійні опори;

Г - через темнове дихання, - відповідь невірна вплив факторів навколишнього середовища враховується побічно, в основному через дифузійні опори.

Еталонні відповіді: 1 – Г; 2 – А; 3 – Б ; 4 – А.

Тема 11 Теоретичні основи моделювання процесу формування врожаю. Ключ 2, розділ 5, стор. 50 – 53. Ключ -1, Розділ 10 , с.234-242.

Продукційний процес рослин залежить від умов зовнішнього середовища і сам перетворює довкілля, в основному через архітектоніку, газообмін та транспірацію фітоценозу. Рослини, поглинаючи листям з атмосфери CO_2 і кореневою системою воду з ґрунту, створюють в процесі фотосинтезу під впливом енергії сонячної радіації органічну речовину у вигляді асимілятів. Одночасно відбувається транспірація, яка відповідальна за забезпечення рослин водою і елементами мінерального живлення і за регуляцію теплового режиму рослин. У залежності від інтенсивності ФАР, водного і температурного режимів, швидкості вітру, концентрації CO_2 у повітрі, родючості ґрунту і видових особливостей рослин процес фотосинтезу може йти з більшою або меншою швидкістю.

Поглинена посівом фотосинтетично активна радіація (ФАР) розраховується через поглинену сонячну радіацію, $\text{кал}/(\text{см}^2/\text{хв})$; площу листя, $\text{м}^2/\text{м}^2$.

Потік ФАР на верхню межу посіву визначається через сумарну сонячну радіацію. Сумарна сонячна радіація розраховується за формулою С. І. Сівкова за тривалістю сонячного сьйва, полуденною висотою сонця.

В основу сучасних моделей формування урожайності покладено принципи, сформульовані Ю.К. Россом в запропонованих ним рівняннях. Його система рівнянь росту послужила основою для інтенсивного розвитку динамічного моделювання продукційного процесу і стала загальноновизною. Система диференціальних рівнянь Росса для опису росту органів рослини включає: i та j – органи рослини (1 – листя, 2 – стебла, 3 – корені, 4 – репродуктивні органи); M_j – суха маса органа j ; ε_{ϕ} – коефіцієнт ефективності фотосинтезу; ε_R – коефіцієнт ефективності дихання; $\bar{\Phi}_{ci}$ – сумарний фотосинтез органа i за добу; \bar{R}_{cj} – сумарне дихання органа j за добу; V – втрати сухої фітомаси за добу внаслідок її опадів; M – сумарна суха маса рослин; A_{ij} – частка утворених за добу в i -му органі рослини "свіжих" асимілятів, які перетікають на протязі доби в j -й орган; B_{ij} – обмін "старих" асимілятів між i -м та j -м органами, віднесений до одиниці сухої фітомаси всієї рослини.

Рівняння росту органу показують частку загального приросту біомаси цілої рослини, що приходить на j -й орган. Функції періоду репродуктивного росту або так звані функції притоку - відтоку B_j показують загальний притік "старих" асимілятів у j -й орган, якщо $B_j \geq 0$, або їх відтік з j -го орган в інші органи, якщо $B_j \leq 0$.

В роботах Х.Г. Тоомінга, Є.П. Галяміна, О.Д. Сиротенко, А.М. Польового рівняння Ю.К. Росса були модифіковані.

Для опису динаміки росту сухої біомаси окремих органів А.М. Польовим запропонована система рівнянь, в якій враховуються:

$$\frac{\Delta m_{i(p)}}{\Delta t} - \text{приріст біомаси } i\text{-го вегетативного (репродуктивного) органа;}$$

$\tilde{m}_{i(p)}$ – функціонуюча біомаса i -го вегетативного (репродуктивного) органа;

$\Delta m_g / \Delta t$ – приріст сухої біомаси зерна; $\Delta m_{g_{\max}} / \Delta t$ – максимально можлива в реальних умовах швидкість приросту сухої біомаси зерна; β_i – ростова функція вегетативного періоду; \mathcal{G}_i – ростова функція репродуктивного періоду; C_G – коефіцієнт дихання росту; α_R – онтогенетична крива дихання; C_m – коефіцієнт дихання підтримки; φ_R – температурна крива дихання; k_g – константа Міхаеліса-Ментен; i – органи: l – листя; s – стебла; r – корені; p – колосся.

Процес формування урожаю представляє складну сукупність багатьох фізіологічних процесів, інтенсивність яких визначається біологічними особливостями рослин, факторами навколишнього середовища, взаємозв'язком між самими процесами.

Тести для самоперевірки

1. Як розраховується поглинена ФАР?

А - Поглинена посівом фотосинтетично активна радіація (ФАР) розраховується через площу листя, $\text{м}^2/\text{м}^2$ відповідь невірна тому що поглинена посівом ФАР розраховується через поглинену сонячну радіацію, $\text{кал}/(\text{см}^2/\text{хв})$; площу листя, $\text{м}^2/\text{м}^2$.

Б - Поглинена посівом фотосинтетично активна радіація (ФАР) розраховується через поглинену сонячну радіацію, $\text{кал}/(\text{см}^2/\text{хв})$; площу листя, $\text{м}^2/\text{м}^2$ **відповідь вірна**.

В - Поглинена посівом фотосинтетично активна радіація (ФАР) розраховується за тривалістю сонячного сьйва, полуденною висотою сонця – відповідь невірна , тому що поглинена посівом фотосинтетично активна радіація (ФАР) розраховується через поглинену сонячну радіацію, $\text{кал}/(\text{см}^2/\text{хв})$; площу листя, $\text{м}^2/\text{м}^2$.

Г - Поглинена посівом фотосинтетично активна радіація (ФАР) розраховується через сумарну радіацію – відповідь невірна , тому що поглинена посівом фотосинтетично активна радіація (ФАР) розраховується через поглинену сонячну радіацію, $\text{кал}/(\text{см}^2/\text{хв})$; площу листя, $\text{м}^2/\text{м}^2$.

2. Що запропоновано як основа в сучасних динамічних моделях Ю.К. Росса?

А – в основу сучасних моделей формування урожайності покладено принципи, сформульовані Ю.К. Россом - система диференціальних рівнянь для опису росту органів рослини – **відповідь вірна** .

Б – система ростових функції відповідь невірна, тому що в сучасних моделях формування урожайності покладено принципи, сформульовані Ю.К. Россом в запропонованих ним рівняннях.;

В – онтогенетична крива дихання, відповідь невірна , тому що в сучасних моделях формування урожайності покладено принципи, сформульовані Ю.К. Россом в запропонованих ним рівняннях;

Г - ростова функція репродуктивного періоду – відповідь невірна, тому що в сучасних моделях формування урожайності покладено принципи, сформульовані Ю.К. Россом в запропонованих ним рівняннях..

3. Що є основою для опису динаміки росту сухої біомаси окремих органів в моделі А.М. Польового?.

А - – приріст біомаси вегетативного (репродуктивного) органа;

Б - функціонуюча біомаса i -го вегетативного (репродуктивного) органа;

В – приріст сухої біомаси зерна;

Г - максимально можлива в реальних умовах швидкість приросту сухої біомаси зерна.

4. Що уявляє собою процес формування врожаю?

А - Процес формування урожаю представляє сукупність фізіологічних процесів, інтенсивність яких визначається біологічними особливостями рослин, факторами навколишнього середовища, взаємозв'язком між самими процесами - **відповідь вірна**.

Б – Процес формування урожаю представляє біологічні особливості рослин- відповідь невірна тому що процес формування урожаю представляє сукупність фізіологічних процесів, інтенсивність яких визначається біологічними особливостями рослин, факторами навколишнього середовища, взаємозв'язком між самими процесами;

В – Процес формування урожаю представляє сукупність багатьох фізіологічних процесів і факторів навколишнього середовища - відповідь невірна, тому що неповна;

Г - Процес формування урожаю представляє складну сукупність багатьох фізіологічних процесів, інтенсивність яких визначається факторами навколишнього середовища – відповідь невірна , тому що процес формування урожаю представляє сукупність фізіологічних процесів, інтенсивність яких визначається біологічними особливостями рослин, факторами навколишнього середовища, взаємозв'язком між самими процесами.

Еталонні відповіді: 1 – Б; 2 – А; 3 – А ; 4 – А.

Тема 12. Експоненціальний поліном

На противагу розглянутим вище шістьом функціям росту, що виводяться з відносно простих посилок (відносини між фіксованими станами використовуються як функціональна основа), клас функцій, відомих за назвою експоненціальних поліномів, є чисто емпіричним і, як правило, не піддається фізіологічній інтерпретації. Рівняння цього класу записуються у вигляді

$$M = \exp(a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 + \dots) \quad (7.51)$$

де a_0, a_1, \dots – постійні коефіцієнти.

Після логарифмування вираз (7.51), приймає вигляд

$$\ln M = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 + \dots \quad (7.52)$$

Похідна від кожної з двох останніх функцій

$$\frac{dM}{dt} = (a_1 + 2a_2 t + 3a_3 t^2 + \dots) \exp(a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + \dots) \quad (7.53)$$

може бути представлена як

$$\frac{1}{M} \frac{dM}{dt} = (a_1 + 2a_2 t + 3a_3 t^2 + \dots). \quad (7.54)$$

Справедливо також

$$\frac{d^2 M}{dt^2} = M[(2a_2 + 6a_3 t + \dots) + (a_1 + 2a_2 t + 3a_3 t^2 + \dots)^2]. \quad (7.55)$$

Вихідна суха маса при цьому складає

$$M_0 = M(t = 0) = \exp a_0, \quad (7.56)$$

а підсумкова суха маса $M(t \rightarrow \infty)$ дорівнює нескінченності або нулю. Момент перегину t^* визначається з рівняння (7.55)

$$0 = 2a_2 + 6a_3t + \dots + (a_1 + 2a_2t + \dots)^2. \quad (7.57)$$

Момент часу, при якому досягається максимум сухої маси, визначається з рівняння (7.53)

$$0 = a_1 + 2a_2t + 3a_3t^2 + \dots, \quad (7.58)$$

а значення цього максимуму – шляхом зворотної підстановки отриманого результату у рівняння (7.51).

На відміну від розглянутих раніше функцій рівняння (7.51) легко підігнати до результатів експерименту, користуючись існуючими методами обробки статистичних даних, причому для вирішення такої задачі на ПЕОМ уже написано ряд обчислювальних програм. При цьому ступінь полінома доцільно обмежувати квадратом, тобто $a_3 = a_4 = \dots = 0$, тому що в протилежному випадку виникає імовірність помилкових відгуків і інших помилкових рішень.

Для квадратичних поліномів існує наступний простий і швидкий метод рішення, за допомогою якого можна отримувати наближені оцінки трьох параметрів a_0 , a_1 і a_2 . З виразу (7.52) визначається a_0

$$a_0 = \ln M_0, \quad (7.59)$$

а з (7.54) визначається вихідний питомий темп росту a_1

$$a_1 = \frac{1}{M} \frac{dM}{dt}(t=0). \quad (7.60)$$

Помітимо, що параметр a_1 може бути також визначений геометрично як нахил кривої на графіку функції (7.52), якщо цей графік виконаний у напівлогарифмічному масштабі. Далі, за допомогою рівняння (7.58) знаходять момент часу t_m , який відповідає максимуму сухої маси:

$$t_m = -\frac{a_1}{2a_2}, \quad (7.61)$$

потім підстановкою у вираз (7.51) і власне максимальне значення W_m . Тепер можна записати

$$M_m = M_0 \exp(-a_1^2 / 4a_2), \quad (7.62)$$

відкіля

$$a_2 = -\left(\frac{a_1^2}{4}\right) / \ln\left(\frac{M_m}{M_0}\right). \quad (7.63)$$

Таким чином, отримані шукані оцінки всіх трьох параметрів – a_0 , a_1 і a_2 . Моменти перегину t^* (див. рівняння (7.57)) розташовуються симетрично моменту часу, що відповідає максимуму сухої маси:

$$t^* = -\frac{a_1}{2a_2} \pm \frac{1}{(-2a_2)^{1/2}}. \quad (7.64)$$

Типова експоненціально-квадратична крива зображена на рис. 7.8, де криві задані рівняннями (7.51) і (7.52) при $a_0 = 0$; $a_1 = 0,5$; $a_2 = -0,0136$; $a_3 = a_4 = \dots = 0$, так що $M_0 = 1$, а максимальна суха маса (функція 7.62) $M_m = 100$. Суха речовина M і час t дані в довільних одиницях. Стрілочками на рис. 7.8а позначені моменти часу, що відповідають точкам перегину функції (7.64).

Ясно, що ця крива, не може описувати поведінку органа чи організму, для яких характерний асимптотичний (з ненульовою асимптотою) ріст або збільшення сухої маси. Вона може досить адекватно описувати процес тільки до точки максимуму.

Тести для самоперевірки

1. Що уявляє собою клас функцій експоненціальних поліномів?

А - клас функцій експоненціальних поліномів, є чисто емпіричним і, як правило, не піддається фізіологічній інтерпретації;

Б - клас функцій, відомих за назвою експоненціальних поліномів, піддається фізіологічній інтерпретації.

В - клас функцій, в яких відносини між фіксованими станами використовуються як функціональна основа;

Г - це клас функцій, які не описуються рівняннями.

2. Як розраховується суха маса?

А - за рівнянням $M_0 = M(t=0) = \exp a_0$, ;

Б - за рівнянням $a_1 = \frac{1}{M} \frac{dM}{dt}(t=0)$;

В - $t^* = -\frac{a_1}{2a_2} \pm \frac{1}{(-2a_2)^{1/2}}$.

Г - $a_2 = -\left(\frac{a_1^2}{4}\right) / \ln\left(\frac{M_m}{M_0}\right)$

3. Яким рівнянням описуються цього класу функції?

А - Рівняння у вигляді $M = \exp(a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 + \dots)$

Б - Рівняння у вигляді $M = \exp(a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 + \dots) \times \Delta M$;

В - Рівняння у вигляді $a_2 = -\left(\frac{a_1^2}{4}\right) / \ln\left(\frac{M_m}{M_0}\right)$;

Г - $\frac{d^2 M}{dt^2} = M[(2a_2 + 6a_3 t + \dots) + (a_1 + 2a_2 t + 3a_3 t^2 + \dots)^2]$.

4. Як визначається момент часу максимальної сухої маси?

А - Момент часу, при якому досягається максимум сухої маси, визначається з рівняння $0 = a_1 + 2a_2 t + 3a_3 t^2 + \dots$;

Б - Момент часу, при якому досягається максимум сухої маси, визначається з рівняння $0 = a_1 + 2a_2 t + 3a_3 t^2 + \dots, a_n$;

V - Момент часу, при якому досягається максимум сухої маси, визначається з рівняння

$$t_m = -\frac{a_1}{2a_2};$$

Γ - Момент часу, при якому досягається максимум сухої маси, визначається з рівняння

$$a_1 = \frac{1}{M} \frac{dM}{dt}(t=0)$$

**Тема 13 МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛО – ТА ВОЛОГОПЕРЕНЕСЕННЯ У ГРУНТІ.
Ключ 1, розділ 4, стор.80 – 83.**

Сукупність процесів, які протікають у ґрунті, (фізичних процесів тепло- і вологоперенесення у ґрунті, хімічних і біохімічних процесів) складає основну групу, динамічні властивості якої повинні ретельно відтворюватися при моделюванні. Маючи інерційні (буферні) властивості, ґрунт здатний запасати тепло, вологу й елементи живлення, що дозволяє рослинам «пережити» короткочасні стресові впливи, довести процес дозрівання до кінця.

Саме той факт, що у ґрунтах відбуваються численні вертикальні міграції речовини, а також їх перетворення у кожному ґрунтовому шарі дозволило І. Ріхтерові розглядати ґрунт як реактор. Цей термін, мабуть, найбільш удадо визначає принцип модельної побудови, істотно спрощуючи реальну ситуацію, але спонукуючи розглядати сукупність процесів у ґрунті на динамічній балансовій основі.

Будемо розглядати при моделюванні лише вертикальні міграції всіх ґрунтових складових і, отже, лише вертикальне перенесення тепла і вологи. Зробимо деталізацію поняття компартментів, яке введене вище. Маючи дуже складну внутрішню структуру, ґрунт складається з мікро- і макроагрегатів, пронизаних численними порами. При моделюванні ця структура не розглядається. Розглядаємо ґрунт як деяке «суцільне тіло», або, точніше, як пористе середовище, властивості якого змінюються по глибині. Тому всі змінні, про які піде мова нижче – температура, вологість, вміст нітратів чи амонію – розглядаються як осереднені в деяких об'ємах величини, висота яких досить мала в порівнянні з загальною глибиною моделюемого шару.

Цілком природно, що реальні вертикальні профілі температури і вологості у ґрунті безперервні. Вони подібні до кривих, які зображені на рис. 4.1. Моделювання динаміки таких неперервних залежностей на цифровій машині неможливо. Вони повинні розглядатися як такі, що мають дискретний характер.

Виділимо для цього по глибині ґрунту деяку кількість, так званих вузлів, і будемо вважати, що відтворення динаміки величин, які ми розглядаємо, з тією чи іншою точністю необхідно виконати саме у вузлах розрахункової схеми (рис. 4.2). Якщо при цьому у ґрунті виділено NS вузлів то замість неперервної функції $T(x)$ або $w(x)$ ми маємо набір величин-значень у вузлах температури: $T_0^*, T_1^*, T_2^*, \dots, T_{NS}^*$

і вологості ґрунту: $w_0^*, w_1^*, w_2^*, \dots, w_{NS}^*$.

Той факт, що неперервна функція замінена її кінцевим набором, позначений зірочкою, яку надалі будемо опускати. При цьому межі ґрунт – повітря відповідає нульовий вузол, а вузол з номером NS розміщений на нижній межі розрахункового шару ґрунту. Усього, таким чином, отримано $NS + 1$ значення функції, вважаючи її значення у нульовому й в останньому вузлах. Проведемо тепер горизонтальні площини через середини відстаней між сусідніми вузлами. В результаті одержимо $NS + 1$ шар перемінної товщини: верхній шар буде мати товщину, рівну $x_1/2$, товщина другого зверху шару дорівнює половині відстані між вузлами x_1 і x_2 плюс половина відстані між вузлами x_2 і x_3 і т.д. Останній шар має товщину $(x_{NS} - x_{NS-1})/2$. Ці шари і будемо ототожнювати з

грунтовими компартментами. При цьому будемо вважати, що значення досліджуваної функції всередині кожного компартмента постійно і дорівнює тій величині, яку ця функція приймає у відповідному вузлі. Наприклад, вологість у всьому верхньому компартменті дорівнює w_0 , у наступному – w_1 , і т.д. Таким чином, неперервна функція ординати (температура або вологість ґрунту) заміняється її ступінчастим (кусково-сталім) аналогом. Очевидно, що помилка, пов'язана з такою заміною, буде тим менше, чим тонше виділені у ґрунті шари-компартменти, а при досить великій кількості шарів її можна зробити як завгодно малою. Очевидно, також, що розташування вузлів варто вибрати нерівномірне – більш густе у верхній частині ґрунтового профілю і більш розріджене на глибині. Це пов'язано з тим, що найбільш динамічні процеси відбуваються у верхніх шарах ґрунту, а з глибиною ці зміни загасають.

При описі динаміки ґрунтових процесів будемо вважати, що обмін даної субстанції (тепло- чи вологообмін) здійснюється на межі виділених шарів, причому збільшення або зменшення тепло- чи вологовмісту відбувається відразу ж у всьому компартменті. Будемо вважати за крок моделі тільки ті обмінні процеси, які відбуваються між сусідніми шарами. Це означає, що часовий крок моделі має бути обраний досить малим: дійсно, за великий проміжок часу волога з верхнього шару, наприклад, після опадів може проникнути у всі інші шари, в тому числі й у нижній.

В силу ступінчатого характеру перетворених функцій вологозапаси кожного шару дорівнюють вологості ґрунту в цьому шарі w_i , помноженій на його товщину h_i . Таким чином, вологозапаси i -го шару W_i дорівнюють

$$W_i = h_i w_i, \quad (4.1)$$

а сумарні вологозапаси усього розрахункового шару ґрунту визначаються як

$$W_s = \sum_{i=0}^{NS} W_i = \sum_{i=0}^{NS} h_i w_i. \quad (4.2)$$

Так само можна розрахувати теплоємність i -го шару ґрунту

$$Q_i = h_i c_i T_i \quad (4.3)$$

і сумарну теплоємність

$$Q_s = \sum_{i=0}^{NS} Q_i = \sum_{i=0}^{NS} h_i c_i T_i, \quad (4.4)$$

де c_i – теплоємність шару з номером i .

На верхній межі розрахункового шару, тобто при $x=x_0=0$ відбувається обмін теплом і водяною парою між ґрунтом і приземним повітрям. Умови тепло- і вологообміну тут обчислюються на підставі фізичних міркувань, які будуть розглянуті нижче. Вибір цієї межі визначається очевидними міркуваннями і не вимагає коментарів. Що ж стосується нижньої межі розрахункового шару x_{NS} (і розташування останнього вузла), то її місце розташування не настільки очевидно. Ясно, принаймні, що вона повинна розміщатися нижче шару, де розміщена коренева система. Інша вимога зводиться до того, щоб значення моделюємої величини чи її потоку на нижній межі було відоме, в протилежному випадку виникає невизначеність у розрахунку.

Для моделювання вологоперенесення найбільш яким представляється випадок неглибокого залягання ґрунтових вод (на глибині 1-3 м). Нижню межу варто помістити при цьому саме на рівні ґрунтових вод, оскільки тут точно відомо гранична умова: тиск

грунтової вологи дорівнює нулю. При більш глибокому заляганні ґрунтових вод виникає деяка невизначеність, як у завданні нижньої граничної умови, так і в розташуванні самої цієї границі. У той же час часто можна вважати, що на глибині приблизно 2-3 м вологість ґрунту за сезон вегетації міняється незначно, якщо потік вологи через границю близький до нуля.

Оскільки, частіше за все, розглядається динаміка ґрунтової вологи у верхніх шарах 100-150 см, єдина вимога, якій повинна задовольняти нижня гранична умова, зводиться до наступного: неточність її задання не повинно вносити істотної погрішності у розрахунки профілю вологості верхніх шарів ґрунту.

Тести для самоперевірки

1. На що звертається увага при моделюванні водно-теплового режиму?

А – на сукупність процесів, які відбуваються в ґрунті. - **Відповідь вірна;**

Б – на товщина шару- відповідь невірна, через те що, увага звертається на сукупність процесів, які відбуваються в ґрунті;

В – на значення елементів на межі шару - відповідь невірна, через те що, увага звертається на сукупність процесів, які відбуваються в ґрунті;

Г – на початкові значення елементів в шарах - відповідь невірна, через те що, увага звертається на сукупність процесів, які відбуваються в ґрунті;.

2. Які змінні вводяться при моделюванні водно-теплового режиму?

А – температура, вологість, вміст нітратів – **відповідь вірна.**

Б – температура, товщина шару, вологість – відповідь невірна тому що вводяться такі змінні: температура, вологість, вміст нітратів.

В – товщина шару, початкові значення температури і вологості - відповідь невірна тому що вводяться такі змінні: температура, вологість, вміст нітратів.

Г – глибина ґрунтових вод, товщина шару, вологість ґрунту - відповідь невірна тому що вводяться такі змінні: температура, вологість, вміст нітратів.

3. На що необхідно звернути увагу при описі динаміки ґрунтових процесів?

А – на те, що тепло і волого обмін здійснюються на межі шарів ґрунту – **відповідь вірна.**

Б - на те, що . що тепло і волого обмін здійснюються у всій товщині шару і залежать від його товщини – відповідь невірна, тому що при описі динаміки ґрунтових процесів звертається увага на те, що тепло і волого обмін здійснюються на межі шарів ґрунту.

В – на товщину шару, вологість ґрунту- відповідь невірна, тому що при описі динаміки ґрунтових процесів звертається увага на те, що тепло і волого обмін здійснюються на межі шарів ґрунту.

Г – на глибину залягання ґрунтових вод - відповідь невірна, тому що при описі динаміки ґрунтових процесів звертається увага на те, що тепло і волого обмін здійснюються на межі шарів ґрунту.

4. Яка умова необхідна виконуватись при моделюванні ґрунтової вологи у верхніх шарах ґрунту ?

А - гранична умова полягає в тому, що неточність завдання не повинна вносити погрішність у розрахунки профілю вологи – **відповідь вірна.**

Б - гранична умова полягає в тому, що повинне бути точне завдання – відповідь невірна тому що гранична умова полягає в тому, що неточність завдання не повинна вносити погрішність у розрахунки профілю вологи.

В.- гранична умова полягає у точному визначенні товщини шару ґрунту - гранична умова полягає в тому, що неточність завдання не повинна вносити погрішність у розрахунки профілю вологи.

Еталонні відповіді: 1-А; 2 – А; 3-А; 4 – А.

Тема 14. Прикладна динамічна модель формування урожаю сільськогосподарських культур. Ключ 1, розділ 12, стор. 266 - 274

Процес формування урожаю представляє складну сукупність багатьох фізіологічних процесів, інтенсивність яких визначається біологічними особливостями рослин, факторами навколишнього середовища, взаємозв'язком між самими процесами.

Прикладні динамічні моделі продуктивності сільськогосподарських культур описують процеси фотосинтезу, дихання, росту і вміщують три біологічні блоки: фотосинтез, дихання, ріст, а також блок перетворення початкової агрометеорологічної інформації - агрометеорологічний.

Блок фотосинтезу. Фотосинтез посіву визначається за – інтенсивністю фотосинтезу за оптимальних умов тепло- і вологозабезпеченості в реальних умовах освітлення, мг $\text{CO}_2/(\text{дм}^2 \cdot \text{год.})$; – інтенсивністю фотосинтезу при світловому насиченні та нормальній концентрації CO_2 , мг $\text{CO}_2/(\text{дм}^2 \cdot \text{год.})$; – початковому нахилу світлової кривої фотосинтезу, мг $\text{CO}_2 / (\text{дм}^2 \cdot \text{год.})/(\text{кал}/\text{см}^2 \cdot \text{хв})$; інтенсивністю фотосинтетично-активної радіації (ФАР) всередині посіву, $\text{кал}/(\text{см}^2 \cdot \text{хв})$; номеру кроку розрахункового періоду.

Для розрахунку фотосинтезу в онтогенезі за реальних умов навколишнього середовища, які відрізняються від біологічно оптимальних, використовується вираз

$$\hat{O}_T^j = \hat{O}_i^j \cdot \alpha_{\hat{O}}^j \cdot \psi_{\hat{O}}^j \cdot \gamma_{\hat{O}}^j, \quad (1)$$

де \hat{O}_T^j – інтенсивність фотосинтезу в реальних умовах навколишнього середовища, мг $\text{CO}_2/(\text{дм}^2 \cdot \text{год.})$; – $\alpha_{\hat{O}}^j$ – онтогенетична крива фотосинтезу;

– $\psi_{\hat{O}}^j, \gamma_{\hat{O}}^j$ – функції впливу факторів навколишнього середовища, які представляють собою одновершинні криві і розраховуються середньою температурою за світлу пору доби та оптимальною для фотосинтезу температурою, запасами продуктивної вологи у шарі 0-50 см та найменшою волого місткістю ґрунту в шарі 0 – 50 см. Функції $\alpha_{\hat{O}}^j, \psi_{\hat{O}}^j, \gamma_{\hat{O}}^j$ – нормовані та змінюються від 0 до 1.

Сумарний фотосинтез посіву за світлу пору доби розраховується за значенням денного фотосинтезу посів на одиницю площі, коефіцієнтом ефективності фотосинтезу, який дорівнює 0,68, площею листя та тривалістю дня.

Блок дихання. На відміну від процесу фотосинтезу, здатність до дихального газообміну мають всі органи рослини. Витрати на дихання, яке пов'язано з підтримкою структурної організації тканин і на дихання, що пов'язано з переміщенням речовин, фотосинтезом та створенням нових структурних одиниць, визначаються за даними : витрат на дихання, онтогенетичної кривої дихання, сухої біомаси посіву, коефіцієнтів, які характеризують витрату на підтримку структури та пов'язані з переміщенням речовин, фотосинтезом та створенням нових структурних одиниць.

Блок росту. Приріст біомаси посіву визначається залишком між сумарним фотосинтезом посіву та витратами на дихання

$$\Delta M^j = \hat{O}^j - R^j. \quad (2)$$

Ріст площі листя посіву визначається при позитивному прирості біомаси листя за значенням питомої поверхневої площі листя

$$L^{j+1} = L^j + \Delta m_l \frac{1}{z}, \quad (3)$$

де z – питома поверхнева площа листя, г/м².

При від'ємному прирості біомаси листя для опису росту асимілюючої поверхні використовується таке співвідношення

$$L^{j+1} = L^j - \Delta m_i \frac{1}{z} \cdot \frac{1}{k_c}, \quad (4)$$

де k_c – параметр, що характеризує критичну величину зменшення живої біомаси листя, при якій починається її відмирання і дорівнює 0,3

Агрометеорологічний блок. Поглинена посівом ФАР розраховується за формулою

$$I^j = I_o^j / (1 + CL), \quad (5)$$

де I_o^j – поглинена сонячна радіація, кал/(см²/хв);

C – емпірична стала величина, яка дорівнює 0,5;

L – площа листя, м²/м².

Потік ФАР на верхню межу посіву визначається за даними – сумарної сонячної радіації,

Тести для самоперевірки

1. Що уявляє собою прикладна динамічна модель?

А – модель формування продуктивності сільськогосподарських культур – відповідь невірна, тому що прикладна модель що описує процеси фотосинтезу, дихання, росту .

Б - модель, що описує дихання відповідь невірна , тому що прикладна модель що описує процеси фотосинтезу, дихання, росту .

В – модель, що описує фотосинтез – відповідь невірна тому що, прикладна модель що описує процеси фотосинтезу, дихання, росту .

Г – модель, що описує процеси фотосинтезу, дихання, росту – **відповідь вірна.** .

2. Які дані необхідні для розрахунку фотосинтезу в онтогенезі?

А - інтенсивність фотосинтезу в реальних умовах навколишнього середовища, онтогенетична крива фотосинтезу; функції впливу факторів навколишнього середовища- **відповідь вірна.**

Б - значення денного фотосинтезу посів на одиницю площі, коефіцієнт ефективності фотосинтезу, площа листя та тривалість дня- відповідь невірна тому що для розрахунку фотосинтезу необхідна інтенсивність фотосинтезу в реальних умовах навколишнього середовища, онтогенетична крива фотосинтезу; функції впливу факторів навколишнього середовища;

В - тривалість сонячного саява, – полуденна висота Сонця- відповідь невірна, тому що для розрахунку фотосинтезу необхідна інтенсивність фотосинтезу в реальних умовах навколишнього середовища, онтогенетична крива фотосинтезу; функції впливу факторів навколишнього середовища;

Г - поглинена сонячна радіація, емпірична стала величина, площа листя – відповідь невірна, тому що для розрахунку фотосинтезу необхідна інтенсивність фотосинтезу в реальних умовах навколишнього середовища, онтогенетична крива фотосинтезу; функції впливу факторів навколишнього середовища.

3. Із яких під блоків складається блок дихання?

А – дихання фотосинтезу та дихання утворення структурних одиниць – відповідь не вірна;

Б - дихання, яке пов'язано з підтримкою структурної організації тканин і дихання, що пов'язано з переміщенням речовин, фотосинтезом та створенням нових структурних одиниць - **відповідь вірна.**

В – здихання витрат на підтримку структури та дихання витрат на переміщення речовин - відповідь невірна, тому що блок дихання складається з дихання, яке пов'язано з підтримкою структурної організації тканин і дихання, що пов'язано з переміщенням речовин, фотосинтезом та створенням нових структурних одиниць

Г – витрати на дихання та витрати на суху біомасу - відповідь невірна, тому що блок дихання складається з дихання, яке пов'язано з підтримкою структурної організації тканин і дихання, що пов'язано з переміщенням речовин, фотосинтезом та створенням нових структурних одиниць

4. Як визначається приріст біомаси?

А - за формулою $L^{j+1} = L^j - \Delta m_i \frac{1}{z} \cdot \frac{1}{k_c}$; не вірно, дивись пункт Г.

Б – за формулою $I^j = I_o^j / (1 + CL)$ - не вірно, дивись пункт Г

В – за формулою $L^{j+1} = L^j + \Delta m_l \frac{1}{z}$; не вірно, дивись пункт Г

Г – за формулою $\Delta M^j = \hat{O}^j - R^j$. – вірно.

Еталонні відповіді: 1 – Г, 2 А, 3 – Б, 4 – Г.

Тема 15 . Методи визначення параметрів моделей . Блок фотосинтезу . Ключ – 2, Розділ 5 , с. 73 -76.

У відповідності з описаною структурою моделі її параметри поділені на чотири групи:

1. Параметри для розрахунку інтенсивності фотосинтезу;
2. Параметри для розрахунку інтенсивності дихання;
3. Параметри для розрахунку динаміки біомаси окремих органів і всієї рослини, площі асимілюючої поверхні;
4. Параметри агрометеорологічного блоку, до якого входять значення коефіцієнтів рівнянь регресії для розрахунку середньої за світлу пору доби температури повітря.

Параметри блоку фотосинтезу. До групи параметрів блоку фотосинтезу входять параметри, які характеризують інтенсивність протікання процесу фотосинтезу під впливом факторів, що безпосередньо беруть участь у самому процесі, а також ті, що відображають умови здійснення процесу. Останні є функціями впливу факторів середовища на інтенсивність процесу фотосинтезу.

Цю групу складають параметри світлової кривої фотосинтезу k , b та ψ_{δ} , γ_{δ} – функції впливу температури повітря і вологості ґрунту на інтенсивність фотосинтезу.

Параметр k характеризує плато світлової кривої, а параметр b – нахил світлової кривої фотосинтезу при незначних інтенсивностях ФАР і знаходиться як тангенс кута нахилу світлової кривої.

Для озимого жита: $k = 15 \text{ мг CO}_2/(\text{дм}^2 \cdot \text{год.})$;

$b = 555,6 \text{ мг CO}_2/(\text{дм}^2 \cdot \text{год.}) / (\text{кал} / \text{см}^2 \cdot \text{хв})$.

Для озимої пшениці, ярого ячменю та вівса $k = 25 \text{ мг CO}_2/(\text{дм}^2 \cdot \text{год.})$;

$$b = 581,4 \text{ мг CO}_2 / (\text{дм}^2 \cdot \text{год.}) / (\text{кал} / \text{см}^2 \cdot \text{хв}).$$

Врахування впливу температури повітря на інтенсивність фотосинтезу проводиться через температурну криву фотосинтезу ψ_{δ} , яка будувалась по відношенню температури поточної доби до температури світлої пори доби, коли здійснюється фотосинтез.

Крайні та оптимальні середньодобові температури повітря для фотосинтезу отримані для різних культур: озимого жита – 20 °С, озимої пшениці, ярого ячменю та вівса – 22°С.

Функції впливу вологості ґрунту на інтенсивність фотосинтезу γ_{ϕ} визначені окремо для супіщаних та суглинистих ґрунтів. Функція визначається за даними запасів продуктивної вологи в шарі ґрунту 0 – 50 см; найменшої волого місткості в ґрунту в шарі ґрунту 0 – 50 см або найбільших запасі вологи у ґрунті в шарі ґрунту 0 – 50 см протягом трьох перших декад після відновлення вегетації (сходів).

Крім того, для розрахунку фотосинтезу використовується також параметр, який характеризує вплив зміни фізіологічного віку листя на інтенсивність фотосинтезу, – онтогенетична крива фотосинтезу α_{ϕ} , положення максимуму якої визначається темпами розвитку рослин на конкретній території.

Онтогенетична крива фотосинтезу – це одновершинна крива, яка розраховується за сумою ефективних температур наростаючим підсумком; сумою ефективних температур, при якій спостерігається максимальна інтенсивність фотосинтезу листя; початковою інтенсивністю фотосинтезу по відношенню до максимально можливої на початок вегетації при $TS_2 = 0$.

Для визначення положення максимуму онтогенетичної кривої фотосинтезу будь-якої культури для конкретної території, тобто суми температур, що визначає це положення, необхідно за даними Агрокліматичного довідника розрахувати середні по області багаторічні дати відновлення вегетації (сходів) та воскової стиглості і визначити середню багаторічну суму ефективних температур вище 5 °С за цей період $\sum t_4$. Четверта частина цієї суми буде значенням $\sum t_1^1$.

Тести для самоперевірки

1. Що входить до параметрів блоку фотосинтезу?

А - параметри агрометеорологічного блоку- відповідь не вірна, тому що до групи параметрів блоку фотосинтезу входять параметри, які характеризують інтенсивність протікання процесу фотосинтезу під впливом факторів, що безпосередньо беруть участь у самому процесі,;

Б - параметри світлової кривої фотосинтезу та функції впливу температури повітря і вологості ґрунту на інтенсивність фотосинтезу- відповідь не вірна тому що, доо групи параметрів блоку фотосинтезу входять параметри, які характеризують інтенсивність протікання процесу фотосинтезу під впливом факторів, що безпосередньо беруть участь у самому процесі,;

В – до групи параметрів блоку фотосинтезу входять параметри, які характеризують інтенсивність протікання процесу фотосинтезу під впливом факторів, що безпосередньо беруть участь у самому процесі, параметр нахилу світлової кривої фотосинтезу- **відповідь вірна;**

Г - параметри для розрахунку динаміки біомаси окремих органів – відповідь не вірна, тому що до групи параметрів блоку фотосинтезу входять параметри, які характеризують інтенсивність протікання процесу фотосинтезу під впливом факторів, що безпосередньо беруть участь у самому процесі,.

2. Як враховується вплив температури повітря на інтенсивність фотосинтезу?

А - Врахування впливу температури повітря на інтенсивність фотосинтезу проводиться через температурну криву фотосинтезу через температурну криву фотосинтезу – **відповідь вірна**.

Б - через оптимальні середньодобові температури повітря – відповідь не вірна, тому що врахування впливу температури повітря на інтенсивність фотосинтезу проводиться через температурну криву фотосинтезу через температурну криву фотосинтезу ;

В - через температуру світлої пори доби – відповідь не вірна, тому що врахування впливу температури повітря на інтенсивність фотосинтезу проводиться через температурну криву фотосинтезу через температурну криву фотосинтезу;

Г - через крайні та оптимальні середньодобові температури – відповідь не вірна, тому що Врахування впливу температури повітря на інтенсивність фотосинтезу проводиться через температурну криву фотосинтезу через температурну криву фотосинтезу.

3. Як враховується вплив вологості ґрунту на інтенсивність фотосинтезу?

А – через запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0 – 50 см; найменшу вологомісткість ґрунту в шарі ґрунту 0 – 50 см – **відповідь вірна** ;

Б - через найвищі запаси вологи в ґрунті в шарі 0 – 50 см – відповідь невірна, тому що, вплив визначається за даними запасів продуктивної вологи в шарі ґрунту 0 – 50 см; найменшої вологомісткості в ґрунті в шарі ґрунту 0 – 50 см;

В - через середні запаси продуктивної вологи за будь-який період – відповідь невірна, тому що вплив визначається за даними запасів продуктивної вологи в шарі ґрунту 0 – 50 см; найменшої вологомісткості в ґрунті в шарі ґрунту 0 – 50 см;

Г - через запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту – відповідь невірна, тому що вплив Функція визначається за даними запасів продуктивної вологи в шарі ґрунту 0 – 50 см; найменшої вологомісткості в ґрунті в шарі ґрунту 0 – 50 см.

4. Як враховується фізіологічний вік листя при розрахунках фотосинтезу?

А – через положення максимуму онтогенетичної кривої фотосинтезу- відповідь невірна, тому що вік листя враховується через онтогенетичну криву фотосинтезу;

Б - через онтогенетичну криву фотосинтезу – **відповідь вірна**.

В - через темпи розвитку рослин на конкретній території – відповідь не вірна, тому що вік листя враховується через онтогенетичну криву фотосинтезу;

Г - через багаторічну суму ефективних температур вище 5 °С відповідь невірна, тому що тому що вік листя враховується через онтогенетичну криву фотосинтезу;

Еталонні відповіді: 1 – В; 2 – А; 3 – А; 48 – Б.

Тема 16. Параметри блоків дихання та росту. Ключ2, розділ 5, с. 77 – 81.

Параметри блоку дихання. До цієї групи параметрів відноситься коефіцієнт витрат на підтримку структур $C_1 = 0,015$ та коефіцієнт витрат на конструктивне дихання $C_2 = 0,28$. Сюди також входить параметр, що характеризує вплив зміни віку органів на інтенсивність процесу дихання – *онтогенетична крива дихання* α_R , положення максимуму якої визначається темпами розвитку рослин на конкретній території.

Для визначення положення максимуму онтогенетичної кривої дихання, тобто суми температур, яка визначає це положення ($\sum t_l^3$), необхідно скористуватись сумою ефективних температур за період від відновлення вегетації (сходів) до воскової стиглості. Четверта частка цієї суми буде складати $\sum t_l^3$. Сума $\sum t_l^3$ дорівнює $\sum t_l^1$.

Параметри блоку росту. Головним блоком прикладних динамічних моделей формування урожаю є блок росту. Параметри цього блоку визначаються по кожній культурі для конкретної території. Ця група параметрів об'єднує функції періоду вегетативного росту β_i та функції періоду репродуктивного росту v_i . У відповідності з роботами Х. Тоомінга функції періоду вегетативного росту показують частку сумарного приросту всієї рослини, який приходить на i -й орган; інші – функції періоду репродуктивного росту показують відтік (перерозподіл) асимілятів із кожного вегетативного органа після закінчення його росту в репродуктивні органи.

Розрахунок функцій вегетативного і репродуктивного періодів у прикладних моделях формування урожаїв полягає в тому, що динаміка біомаси із кожного органу у відносних одиницях наводиться у вигляді сім'ї кривих, точки перегину яких $\sum t_i^2$, $i \in l, s, r, p$ збігаються з сумами температур, які дорівнюють половині всієї суми, необхідної для завершення росту кожного органу. Наведена на осі абсцис сума представляє собою суму температур, з якої починається ріст репродуктивних органів.

Якщо описати кожну криву рівнянням логістичної кривої, продиференціювати ці рівняння та помножити на коефіцієнт c_i , який характеризує частку органу в загальній біомасі під час дозрівання, то дістанемо такий вираз для визначення функцій періоду вегетативного росту:

функції періоду вегетативного росту озимої пшениці:

Перерозподіл «старих» асимілятів із листя, стебел та коріння у репродуктивні органи починається з моменту закінчення росту кожного з цих органів.

Положення функцій періодів вегетативного та репродуктивного росту, що описують перерозподіл між органами рослин, визначається сумами температур, які необхідні для закінчення росту листя, стебел, коріння, початку росту колосу, настання воскової стиглості. Для визначення цих сум необхідно розрахувати середні по області багаторічні дати настання фази виходу у трубку, появи нижнього вузла соломини, колосіння, цвітіння та підрахувати середні багаторічні суми ефективних температур вище 5°C за періоди: відновлення вегетації (сходи) – вихід у трубку $\sum t_1$; відновлення вегетації (сходи) – колосіння $\sum t_2$; відновлення вегетації (сходи) – цвітіння $\sum t_3$. Тоді сума температур, яка визначає положення ростової функції будь-якого органу, тобто сума $\sum t_i^2$, буде становити для листя $(\sum t_l^2) - 1/2$ суми ефективних температур за період від відновлення вегетації до колосіння; стебел – $(\sum t_s^2) - 1/2$ суми ефективних температур за період від відновлення вегетації до цвітіння; коріння – $(\sum t_r^2)$ подібно до стебел. Сума $\sum t_r^2$ дорівнює $\sum t_s^2$.

Необхідно визначити суму температур $\sum t_p$, з якої починається ріст репродуктивного органу – колосу. Ця сума визначається як середня з двох сум: суми температур за період від відновлення вегетації (сходів) до виходу у трубку та суми температур за період від відновлення вегетації до колосіння

Тести для самоперевірки

1. Які параметри відносяться до блоку дихання?

А – параметр, що характеризує вплив зміни віку органів на інтенсивність процесу дихання;

Б – онтогенетична крива дихання;

В - коефіцієнт витрат на підтримку структур $C_1 = 0,015$ та коефіцієнт витрат на конструктивне дихання $C_2 = 0,28$;

Г - темпи розвитку рослин на конкретній території.

2. Які параметри об'єднує блок росту?

А – параметри, які показують частку сумарного приросту всієї рослини- відповідь не вірна, тому що він об'єднує функції періоду вегетативного росту та функції періоду репродуктивного росту;

Б - об'єднує функції періоду вегетативного росту та функції періоду репродуктивного росту – **відповідь вірна** ;

В - параметри функції періоду вегетативного росту – відповідь не вірна тому що, блок росту об'єднує функції періоду вегетативного росту та функції періоду репродуктивного росту;

Г - параметри температурного режиму- відповідь не вірна, тому що він об'єднує функції періоду вегетативного росту та функції періоду репродуктивного росту.

3. Як розраховуються функції вегетативного періоду?

А - Розрахунок функцій вегетативного періоду полягає в тому, що динаміка біомаси кожного органу у відносних одиницях наводиться у вигляді сім'ї кривих- **відповідь вірна.**;

Б - Розрахунок функцій вегетативного періоду полягає в тому, що описують перерозподіл між органами рослин- відповідь не вірна, тому що Розрахунок функцій вегетативного періоду полягає в тому, що динаміка біомаси кожного органу у відносних одиницях наводиться у вигляді сім'ї кривих;

В - Розрахунок функцій вегетативного періоду полягає у визначенні суми температур, з якої починається ріст репродуктивних органів- відповідь не вірна , тому що розрахунок функцій вегетативного періоду полягає в тому, що динаміка біомаси кожного органу у відносних одиницях наводиться у вигляді сім'ї кривих;

Г - Розрахунок функцій вегетативного періоду полягає у визначенні положення ростової функції будь-якого органу- відповідь не вірна, тому що розрахунок функцій вегетативного періоду полягає в тому, що динаміка біомаси кожного органу у відносних одиницях наводиться у вигляді сім'ї кривих,

4. Як розраховуються функції репродуктивного періоду?.

А - з визначення суми температур, з якої починається ріст репродуктивних органів – відповідь не вірна , тому що функції репродуктивного періоду визначаються як сума ефективних температур за період від відновлення вегетації до цвітіння; коріння ;

Б - , визначаються суми температур, які необхідні для закінчення росту листя, стебел, коріння, початку росту колосу, настання воскової стиглості- не вірно тому що, визначається як сума ефективних температур за період від відновлення вегетації до цвітіння; коріння;

В - визначається сума температур, з якої починається ріст репродуктивного органу – колосу.- відповідь невірна, тому що визначається як сума ефективних температур за період від відновлення вегетації до цвітіння; коріння;

Г – визначається як сума ефективних температур за період від відновлення вегетації до цвітіння; коріння.

Еталонні відповіді: 1 – В; 2 – Б; 3 – А; 4 – В..

Тема 17 Параметри агрометеорологічного блоку. Ключ - 2. Розділ 5, с.82-85.

Визначення параметрів динамічної моделі формування урожайності сільськогосподарських культур. У відповідності з описаним вище параметри моделі для конкретної території визначаються на основі стандартної агрометеорологічної інформації так:

1. За даними довідника «Агрокліматичні ресурси області» визначаються середні багаторічні дати настання основних фаз розвитку ярого ячменю та вівса – сходи, вихід у трубку, колосіння, цвітіння, воскова стиглість. За даними цього ж таки Довідника розраховуються середні обласні значення середньої декадної температури повітря .

3. Визначаються суми ефективних температур вище 5 °С за міжфазні період: сходи – вихід у трубку; сходи – колосіння; сходи – цвітіння; сходи – воскова стиглість. При підрахунку сум температур за період сходи – цвітіння бувають випадки, коли в Довідниках не зазначена дата цвітіння. У таких випадках за період колосіння – цвітіння використовують суму температур для озимого жита 15 °С, для озимої пшениці 50 °С, ярого ячменю 100 °С, для вівса 100°С. Ці суми також заносяться у табл. 2.1.

4. Розраховуються суми температур, які становлять параметри моделі. На цьому визначення параметрів моделі закінчено.

Для виконання оцінки за моделлю необхідні такі середні по області дані:

1. Географічна широта центру області, в градусах з десятими.
2. Середня багаторічна дата відновлення вегетації (сходів) сільськогосподарської культури, відносно якої встановлюється кількість днів у першій декаді розрахунку та кількість днів від 20 березня до дня відновлення вегетації (появи сходів).

3. Середня багаторічна дата воскової стиглості культури, для якої встановлюється кількість днів у останній декаді розрахунку вегетаційного періоду.

4. Інформація за встановлений середній багаторічний вегетаційний період по розрахункових декадах:

- кількість днів в декаді;
- середня температура повітря за декаду;
- максимальна температура повітря за декаду;
- середня кількість годин сонячного сьйва за декаду;
- середні багаторічні запаси продуктивної вологи у півметровому шарі ґрунту за декаду.

5. Густина рослин на квадратний метр, яка необхідна для визначення початкових біомас окремих органів рослин та площі листя на декаду відновлення вегетації (сходів).

6. Інформація поточного року, така ж як і середня багаторічна, пунктів 1, 2, 3, 4. Інформація поточного року використовується відповідно до термінів оцінки: для озимих культур – від відновлення вегетації до 26 травня та 2 червня, для ранніх ярих – від сходів до 23 – 30 червня та 24 – 31 липня.

Середня по області оцінка агрометеорологічних умов вирощування культури та відповідне прогнозування середньої по області врожайності здійснюється за умови, що інформація усіх станцій, які ведуть спостереження за вологістю ґрунту, охоплює не менш ніж 70% загальної посівної площі. Майже завжди обмежений обсяг саме цієї інформації ускладнює прогнозування урожаїв сільськогосподарських культур на великих площах (область, край, республіка тощо).

Середні по області вологозапаси розраховуються як середньозважене з врахуванням відсотка площі P_i , яка зайнята культурою у кожному сільськогосподарському мікрорайоні області (по відношенню до загальної посівної площі культури в області).

Для одержання середньозважених по області вологозапасів \bar{W} необхідно:

– для кожного сільськогосподарського мікрорайону підрахувати середні вологозапаси шляхом звичайного осереднення даних усіх агрометеорологічних та гідрометеорологічних станцій $\bar{W}_i, i = 1, 2, \dots, n$;

– середні вологозапаси по кожному мікрорайону помножити на відсоток площі P_i , яка зайнята культурою в цьому мікрорайоні.

Тоді середньозважені вологозапаси по області можна одержати як результат поділу суми отриманих перемножень на суму відсотків площі, яка зайнята культурою:

$$\bar{W} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{W}_i P_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (3.13)$$

Приклад: В області 5 мікрорайонів. Площі посіву по районах : 1–6; 2–22; 3–9; 4–44,5; 5–8,5 га. Для першого мікрорайону середні вологозапаси визначались за даними спостережень 2 станцій. Для другого мікрорайону – за даними 4 станцій. Для 3, 4 та 5 районів – по одній станції. У такому випадку середньозважені по області вологозапаси визначаються так

$$\begin{aligned}\bar{W} &= 6,0 \cdot \bar{W}_1 + 22,0 \cdot \bar{W}_2 + 9,0 \cdot \bar{W}_3 + 44,5 \cdot \bar{W}_4 + 18,5 \cdot \bar{W}_5 = \\ &= 6,0 + 22,0 + 9,0 + 44,5 + 18,5\end{aligned}$$

У цьому прикладі є інформація про зволоження ґрунту на 85 % посівної площі.

Розрахунок середніх по області значень дат настання фаз розвитку, густоти рослин, середньої за добу та максимальної за декаду температури повітря, кількості годин сонячного сяйва виконується шляхом простого осереднення даних спостережень усіх агро- та гідрометеорологічних станцій.

Тести для самоперевірки

1. Яка інформація входить в агрометеорологічний блок моделі?

А – параметри , що характеризують середні багаторічні дати настання основних фаз розвитку – відповідь невірна, тому що параметри моделі для конкретної території визначаються на основі стандартної агрометеорологічної інформації

Б - параметри моделі для конкретної території визначаються на основі стандартної агрометеорологічної інформації **відповідь вірна.**

В – параметри моделі , що характеризують дати настання основних фаз розвитку в поточному році- відповідь не вірна, тому що параметри моделі для конкретної території визначаються на основі стандартної агрометеорологічної інформації;

Г - середні обласні значення середньої декадної температури повітря – відповідь не вірна, тому що параметри моделі для конкретної території визначаються на основі стандартної агрометеорологічної інформації.

2. Які агрометеорологічні дані використовуються в моделях?

А – середні багаторічні агрометеорологічні дані та такі ж дані поточного року.

Б - Дані агро кліматичних довідників відповідь не вірна., тому що неповна.;

В – дані спостережень поточного року – відповідь не вірна тому що неповна;

Г – дані поточного року використовується відповідно до термінів оцінки культури- відповідь не вірна , тому що використовуються середні багаторічні агрометеорологічні дані та такі ж дані поточного року.

3. Який показник використовується для визначення початкових біомас органів рослини?

А – висота ростил – відповідь не вірна, дивись пункт Б.;

Б - густота рослин на квадратний метр;

В - площа листя на декаду (сходів) відповідь невірна, дивись пункт Б.;

Г - дати настання основних фаз розвитку в поточному році відповідь не вірна, дивись пункт Б.

4. Як розраховуються середні по області запаси продуктивної вологи?

А – як середня арифметична величина усіх спостережень- відповідь не вірна, тому що для розрахунку середніх по області запасів вологи середні вологозапаси по кожному мікрорайону помножити на відсоток площі , яка зайнята культурою в цьому мікрорайоні.;

Б - як середньозважене з врахуванням відсотка площі, яка зайнята культурою, - відповідь не вірна, тому що для розрахунку середніх по області запасів вологи середні вологозапаси по кожному мікрорайону помножити на відсоток площі, яка зайнята культурою в цьому мікрорайоні

В - шляхом простого осереднення даних спостережень усіх агро- та гідрометеорологічних станцій – відповідь не вірна, тому що для розрахунку середніх по області запасів вологи середні вологозапаси по кожному мікрорайону помножити на відсоток площі, яка зайнята культурою в цьому мікрорайоні;

Г - середні вологозапаси по кожному мікрорайону помножити на відсоток площі, яка зайнята культурою в цьому мікрорайоні – **відповідь вірна..**

Еталонні відповіді: 1 – Б; 2 – А; 3 – Б; 4 – В.

Тема 18. Теоретичні основи моделі оцінки агрокліматичних ресурсів. Ключ – 1, Розділ 15, с. 321 - 329.

Однією з основних умов високої культури землеробства є найбільш повне використання кліматичних ресурсів. У цьому аспекті вивчення кліматичної забезпеченості формування урожаю сільськогосподарських культур з врахуванням особливостей мікроклімату конкретних територій має важливе наукове і практичне значення. При врахуванні впливу клімату на ефективність сільськогосподарського виробництва головним є визначення агрокліматичних ресурсів території, реалізоване шляхом їх агрокліматичного районування з метою отримання найвищої їх продуктивності..

Коефіцієнт ефективності фотосинтезу. Оскільки продуктивність посіві поряд з фотосинтезом визначається також і дихальною компонентою, встає питання про взаємозв'язок сумарного газообміну з нагромадженням біомаси у рослин. Ступінь використання засвоєної CO_2 на побудову біомаси рослин характеризується *коефіцієнтом ефективності фотосинтезу* ($K_{\text{еф}}$). Він показує, яку кількість сухої біомаси рослина утворить протягом доби при засвоєнні одиниці (1 г, 1 кг) CO_2 . Теоретично можливий $K_{\text{еф}}$ дорівнює 0,68. За сприятливих умов значення $K_{\text{еф}}$ може наближатися до 0,5, а за несприятливих – знижуватися до нуля або навіть бути негативним. Найчастіше величини $K_{\text{еф}}$ коливаються, значно змінюючись в онтогенезі. Так, у ярової пшениці $K_{\text{еф}}$ був максимальним у фазі кушіння – 0,42, а у фазі молочної стиглості він знизився до 0,08. Отже, ефективність фотосинтезу від колосіння до початку молочної стиглості знизилася більш ніж у 5 разів. У озимої пшениці $K_{\text{еф}}$ в середньому за вегетацію склав 0,4–0,42.

Коефіцієнт корисної дії фітоценозів. Ефективність використання сонячної радіації фітоценозами характеризується *коефіцієнтом корисної дії* (ККД), що визначається відношенням кількості енергії, запасеної в продуктах фотосинтезу або утвореної у фітомасі урожаю, до кількості поглиненої радіації

Середня калорійність сухої біомаси у різних видів рослин варіює в межах 16,7–20,5 кДж/г. Калорійність міняється в онтогенезі і для різних органів рослини вона різна. Калорійність листків кукурудзи знижується від 17,6 кДж/г на початку вегетаційного періоду до 10,5 кДж/г наприкінці. В екстремальних умовах росту рослин калорійність вище, ніж за сприятливих умов, це пояснюється адаптацією рослин до умов навк

ККД поглиненої фітоценозом радіації характеризує, насамперед, фотосинтетичну активність і економічність дихання самих рослин. ККД щодо падаючої на рослинний покрив ФАР характеризує ефективність використання рослинами поверхні землі.

Потенційний ККД C_3 -рослин за вегетаційний період складає близько 3 %; ККД C_4 -рослин досягає 5 %. ККД природних пасовищ, у яких переважають види з C_4 -циклом, як правило, не перевищують ККД пасовищ, які складаються з C_3 -рослин. У період максимальних приростів потенційний ККД по ФАР у C_3 -рослин складає 3–4 %, в окремих випадках досягає 9–11 %; ККД C_4 -рослин досягає 5–6 % і більше.

Коефіцієнт господарської ефективності урожаю. Важливим показником продуктивності посівів сільськогосподарських культур є *коефіцієнт господарської ефективності урожаю* $K_{госп.}$, що виражає відношення кількості сухої фітомаси господарської частини урожаю (зерно, початки, бульби і т.д.) до маси загальної сухої фітомаси. Коефіцієнт господарської ефективності залежить від сорту сільськогосподарських культур і агрометеорологічних умов.

О.О. Ничипорович (1956 р.) посіви за їхніми середніми значеннями ККД підрозділив на наступні групи: звичайні 0,5–1,5%; хороші - 1,5–3,0 %; рекордні -3,5–5,0 %; теоретично можливі 6,0–8,0 %.

Тести для самоперевірки

1. Що називається коефіцієнтом ефективності фотосинтезу?

А - ступінь використання засвоєної CO_2 на побудову біомаси рослин – відповідь вірна.

Б – це взаємозв'язок сумарного газообміну з нагромадженням біомаси у рослин.- відповідь не вірна, тому що коефіцієнтом ефективності фотосинтезу називається ступінь використання засвоєної CO_2 на побудову біомаси рослин;

В - це кількість сухої біомаси ,яку рослина утворить протягом доби при засвоєнні одиниці CO_2 . – відповідь не вірна, тому що коефіцієнтом ефективності фотосинтезу називається ступінь використання засвоєної CO_2 на побудову біомаси рослин.

Г - це середня калорійність сухої біомаси - відповідь не вірна, тому що коефіцієнтом ефективності фотосинтезу називається ступінь використання засвоєної CO_2 на побудову біомаси рослин.

2. Що означає коефіцієнт корисної дії фітоценозів (ККД)?

А – це ефективність використання сонячної радіації фітоценозами- відповідь не вірна, тому що ККД називається відношенням кількості енергії, запасеної в продуктах фотосинтезу або утвореної у фітомасі урожаю, до кількості поглиненої радіації.

Б - відношенням кількості енергії, запасеної в продуктах фотосинтезу або утвореної у фітомасі урожаю, до кількості поглиненої радіації – **відповідь вірна.**

В – це фотосинтетична активність і економічність дихання самих рослин; відповідь не вірна, тому що ККД називається відношенням кількості енергії, запасеної в продуктах фотосинтезу або утвореної у фітомасі урожаю, до кількості поглиненої радіації.

Г - характеризує ефективність використання рослинами поверхні землі – відповідь невірна, тому що ККД називається відношенням кількості енергії, запасеної в продуктах фотосинтезу або утвореної у фітомасі урожаю, до кількості поглиненої радіації..

3. Від чого залежить калорійність маси рослин?

А – калорійність рослин залежить від впливу навколишнього середовища на рослину – **відповідь вірна.**

Б – від природно-кліматичної зони- відповідь не вірна, тому що калорійність рослин залежить від впливу навколишнього середовища на рослину;

В - від адаптації рослин до умов середовища – відповідь не вірна, тому що калорійність рослин залежить від впливу навколишнього середовища на рослину;

Г – від впливу екстремальних явищ погоди – відповідь не вірна, тому що калорійність рослин залежить від впливу навколишнього середовища на рослину.

4.Що характеризує коефіцієнт господарської ефективності

А – це показник продуктивності посівів сільськогосподарських культур – відповідь не вірна, тому що КГЕ виражає відношення кількості сухої фітомаси господарської частини урожаю.

Б - виражає відношення кількості сухої фітомаси господарської частини урожаю.- **відповідь вірна .**

В –коефіцієнт господарської ефективності залежить від сорту

сільськогосподарських культур і агрометеорологічних умов- відповідь не вірна, тому що КГЕ виражає відношення кількості сухої фітомаси господарської частини урожаю.

Г – це теоретично можливий ККД- відповідь не вірна, тому що КГЕ виражає відношення кількості сухої фітомаси господарської частини урожаю.

Еталонні відповіді: 1 – А; 2 – Б; 3 – А; 4 – Б.

Тема 19. Потенційний урожай та дійсно можливий урожай посівів. Ключ –2, розділ 5, с. 94 – 96.

А.А. Ничипорович в 50-і роки минулого століття сформулював основи теорії високої продуктивності посівів сільськогосподарських культур. Він запропонував рівняння зв'язку між фотосинтезом і нагромадженням органічної речовини в динаміці формування не тільки біологічного $Y_{биол}$ але і господарського $Y_{госп}$ урожаю в агрофітоценозі. А.А. Ничипорович ввів важливі елементи рівняння – коефіцієнт ефективності фотосинтезу K_{ef} і коефіцієнт господарської ефективності $K_{госп}$.

Таким чином, найвищі урожаї можуть бути отримані при інтенсивному рості розмірів площі листя рослин в агрофітоценозі, при найбільшому часі активної роботи фотосинтетичного апарату протягом кожної доби і вегетаційного періоду, тобто при найбільш високих значеннях фотосинтетичних потенціалів, при найбільш високих сумах денного засвоєння CO_2 , а також високих коефіцієнтах ефективності фотосинтезу.

На основі досліджень фотосинтетичної продуктивності сільськогосподарських культур та природних фітоценозів Х. Тоомінг (1977 р.) сформулював концепцію максимальної продуктивності посівів.

Відповідно до принципу максимальної продуктивності, адаптація рослин і фітоценозу спрямована на забезпечення максимально можливого газообміну CO_2 в даних умовах середовища, тобто $F_c(L_0, t) \rightarrow \max$. Це відносний максимум газообміну CO_2 , тобто рівень, який забезпечено на даному етапі еволюції структурами і функціями рослин і існуючими умовами середовища. Максимум газообміну може виявитися дуже високим, наприклад у C_4 -рослин, при достатній вологозабезпеченості і високому приході ФАР. Максимальний рівень газообміну може виявитися і надзвичайно низьким, наприклад у пустелях або під лісом. У таких умовах газообмін CO_2 тимчасово може мати навіть негативні значення, але все-таки максимальні для існуючих умов середовища.

Для оцінки потенційної продуктивності сільськогосподарських культур Х. Тоомінг (1984 р.) запропонував *метод еталонних урожаїв*, що є логічним виходом принципу максимальної продуктивності. Метод еталонних урожаїв розглядає і порівнює різні категорії урожаїв: потенційний урожай ПУ, дійсно можливий урожай ДМУ і урожай у виробництві УВ. Перший з них (ПУ) – це урожай сорту в ідеальних метеорологічних умовах, він визначається приходом ФАР, біологічними властивостями культур і сортів. Другий урожай (ДМУ) – це максимально можливий урожай культури або сорту в існуючих метеорологічних і ґрунтових умовах. ПУ – це абстрактне поняття, тому що не цілком ясно, які метеорологічні умови є ідеальними для формування урожаю культури або сорту. ПУ можна представити як урожай, що формувався в умовах оптимуму водно-теплогового режиму. На даному етапі розглядаємо в основному ПУ і ДМУ за ідеальних ґрунтових умов. Дослідження еталонних урожаїв у такому випадку дозволяє з'ясувати їхні максимально можливі значення, вивчати вплив погодних і кліматичних умов на ДМУ.

Потенційний урожай посівів. При розробці принципів максимального використання ФАР і програмування урожайності посівів сільськогосподарських культур, насамперед, слід уточнити значення теоретично максимально можливого урожаю. При цьому доцільно використовувати поняття *потенційний урожай* (ПУ). ПУ – це значення

урожаю, що забезпечується приходом енергії ФАР при оптимальному режимі метеорологічних факторів протягом всього вегетаційного періоду. ПУ загальної сухої фітомаси (г/см^2) розраховується через функцію ККД посів, калорійність рослин, функції денних сум фар та тривалості вегетаційного періоду.

Потенційний урожай загальної сухої фітомаси можна приблизно розрахувати на підставі середнього за вегетаційний період потенційного ККД.

ПУ господарсько-цінних органів (зерна, бульб картоплі та ін.) розраховується з використанням множника $K_{\text{госп}}$. ПУ залежить не тільки від сум ФАР, але і від ходу потенційного ККД посіву протягом вегетаційного періоду. Потенційний ККД посіву – це максимальний ККД посіву, який забезпечений біологічними властивостями сорту, сучасною агротехнікою і рівнем родючості ґрунту в оптимальних для даного сорту метеорологічних умовах. Отже, при незмінному приході ФАР ПУ посівів залежить від біологічних властивостей культур і сортів, а також від родючості ґрунту, що відбиваються на ККД.

Дійсно можливий урожай – це урожай, який визначається значенням ПУ і лімітується дією режиму метеорологічних факторів протягом вегетації. Дійсно можливий урожай (ДМУ) відрізняється від ПУ тим більше, чим більше метеорологічні фактори відрізняються від оптимальних.

У першому наближенні можна ігнорувати взаємозв'язком впливу метеорологічних факторів на урожай і розраховувати ДМУ через значення максимального урожаю і функцією, що відображає залежність урожаю від природної родючості ґрунту (балу ґрунтового бонітету)..

Одержання рівня господарської урожайності загальної біомаси обмежується реально існуючим рівнем культури землеробства й ефективністю внесених мінеральних і органічних добрив.

Приріст урожайності загальної біомаси у виробництві, розраховується через коефіцієнт, що характеризує рівень культури землеробства і господарської діяльності, – функцію ефективності внесення органічних і мінеральних добрив в залежності від умов вологозабезпеченості декад вегетації, відн. од.

Різні агроекологічні категорії врожаю зерна при його стандартній 14 %-ій вологості визначаються через урожай загальної фітомаси, $K_{\text{госп}}^{\text{ПУ}}$ частк зерна в загальній масі потенційного урожаю, яка визначається в залежності від розмірів урожаю загальної біомаси.

Аналогічно визначаються відповідно метеорологічно-можливий $\text{ММУ}_{\text{зерна}}$, дійсно можливий $\text{ДМУ}_{\text{зерна}}$ і урожай у виробництві $\text{УВ}_{\text{зерна}}$ зерна.

Тести для самоперевірки

1. В якому випадку отримують найбільший урожай посівів?

А — найвищі урожаї можуть бути отримані при інтенсивному рості розмірів площі листя рослин в агрофітоценозі- відповідь не вірна, тому що найвищі урожаї можуть бути отримані при інтенсивному рості розмірів площі листя рослин в агрофітоценозі, при найбільшому часі активної роботи фотосинтетичного апарату,

Б – найвищі урожаї, при найбільшому часі активної роботи фотосинтетичного апарату протягом кожної доби і вегетаційного періоду- відповідь не вірна, тому що найвищі урожаї можуть бути отримані при інтенсивному рості розмірів площі листя рослин в агрофітоценозі, при найбільшому часі активної роботи фотосинтетичного апарату.

В - найвищі урожаї можуть бути отримані при інтенсивному рості розмірів площі листя рослин в агрофітоценозі, при найбільшому часі активної роботи фотосинтетичного апарату- **відповідь вірна**.,

Г - – найвищі урожаї можуть бути отримані при найвищому ККД – відповідь не вірна тому що, найвищі урожаї можуть бути отримані при інтенсивному рості розмірів

площі листя рослин в агрофітоценозі, при найбільшому часі активної роботи фотосинтетичного апарату.

2. Що розуміють під поняттям «метод еталонних урожаїв»?

А- Метод еталонних урожаїв розглядає і порівнює різні категорії урожаїв: потенційний урожай ПУ, дійсно можливий урожай ДМУ і урожай у виробництві УВ-**відповідь вірна..**

Б- Метод еталонних урожаїв - це найвищі врожаї, відповідь не вірна, тому що метод еталонних урожаїв розглядає і порівнює різні категорії урожаїв: потенційний урожай ПУ, дійсно можливий урожай ДМУ і урожай у виробництві УВ;

В – метод еталонних урожаїв забезпечує на даному етапі еволюції структурами і функціями рослин і існуючими умовами середовища;- відповідь не вірна, тому що метод еталонних урожаїв розглядає і порівнює різні категорії урожаїв: потенційний урожай ПУ, дійсно можливий урожай ДМУ і урожай у виробництві УВ

Г – метод еталонних урожаїв - концепція максимальної продуктивності посівів- відповідь не вірна, тому що метод еталонних урожаїв розглядає і порівнює різні категорії урожаїв: потенційний урожай ПУ, дійсно можливий урожай ДМУ і урожай у виробництві УВ.

3. Що таке «потенційний врожай»?

А- це найвищий врожай культури в природних умовах- відповідь невірна, тому що це значення урожаю, що забезпечується приходом енергії ФАР при оптимальному режимі метеорологічних факторів протягом всього вегетаційного період.

Б - це значення урожаю, що забезпечується приходом енергії ФАР при оптимальному режимі метеорологічних факторів протягом всього вегетаційного період **відповідь вірна.**

В - це значення урожаю, який залежить від біологічних властивостей культур і сортів- відповідь не вірна, тому що це значення урожаю, що забезпечується приходом енергії ФАР при оптимальному режимі метеорологічних факторів протягом всього вегетаційного період;

Г – це врожай господарсько цінних органів- відповідь не вірна, тому що це значення урожаю, що забезпечується приходом енергії ФАР при оптимальному режимі метеорологічних факторів протягом всього вегетаційного період.

4. Як розраховується потенційний врожай?

А - Потенційний урожай загальної сухої фітомаси можна приблизно розрахувати на підставі середнього за вегетаційний період ККД – відповідь не вірна, тому що ПУ розраховується через функцію ККД посіву, калорійність рослин, функції денних сум фар та тривалості вегетаційного періоду;

Б - розраховується через функцію ККД посіву, калорійність рослин, функції денних сум фар та тривалості вегетаційного періоду **відповідь вірна.**

В - ПУ розраховується з використанням множника $K_{\text{осн}}$; - відповідь не вірна, тому що розраховується через функцію ККД посіву, калорійність рослин, функції денних сум фар та тривалості вегетаційного періоду

Г - ПУ посівів залежить від біологічних властивостей культур і сортів- відповідь не вірна тому що, розраховується через функцію ККД посіву, калорійність рослин, функції денних сум фар та тривалості вегетаційного періоду.

Еталонні відповіді: 1 – В; 2 – А; 3 – Б; 4 – Б.

Тема 20. . Базова модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур. Ключ – 2, розділ 6, с.96 -100.

Базова модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур заснована на концепції максимальної продуктивності рослин Х.Г. Тоомінга, результатах моделювання формування урожаю рослин А.М. Польового і методах оцінки мікрокліматичної мінливості елементів клімату у горбистому рельєфі Е.Н. Романової.

Базова модель оцінки агрокліматичних ресурсів має блокову структуру і містить шість блоків.:

- блок вхідної інформації;
- блок показників сонячної радіації і волого-температурного режиму з врахуванням експозиції схилів;
- блок функцій впливу фази розвитку і метеорологічних факторів на продукційний процес рослин;
- блок родючості ґрунту і забезпеченості рослин мінеральним живленням;
- блок агроекологічних категорій урожайності;
- блок узагальнюючих оцінюючих характеристик.

Розглянемо більш докладно ці блоки.

Блок вхідної інформації.

Цей блок складається із даних стандартних метеорологічних і агрометеорологічних спостережень і містить у собі всі необхідні для виконання розрахунків характеристики. Вони поділяються на три групи:

Перша група – запаси продуктивної вологи у ґрунті, середньодекадна температура повітря, середня за декаду кількість годин сонячного сяйва, сума опадів за декаду, середній за декаду дефіцит насичення повітря, кількість днів у розрахунковій декаді.

Друга група – інформація про внесення доз азотних, фосфорних і калійних добрив, дані про оптимальні дози цих добрив, дані про внесення органічних добрив та їхній оптимальній дозі, рік внесення органічних добрив, бал ґрунтового бонітету.

Третя група – інформація про експозицію та крутість схилу, на якому розташоване поле, характеристика типу схилу і місця розташування поля на схилі.

Базова модель оцінки агрокліматичних ресурсів має блокову структуру і містить шість блоків : – блок вхідної інформації; – блок показників сонячної радіації і волого-температурного режиму з врахуванням експозиції схилів; – блок функцій впливу фази розвитку і метеорологічних факторів на продукційний процес рослин; – блок родючості ґрунту і забезпеченості рослин мінеральним живленням; – блок агроекологічних категорій урожайності; – блок узагальнюючих оцінюючих характеристик.

Блок вхідної інформації.Цей блок складається із даних стандартних метеорологічних і агрометеорологічних спостережень і містить в собі всі необхідні для виконання розрахунків характеристики. Вони поділяються на три групи:

Перша група – запаси продуктивної вологи у ґрунті, середньодекадна температура повітря, середня за декаду кількість годин сонячного сяйва, сума опадів за декаду, середній за декаду дефіцит насичення повітря, кількість днів у розрахунковій декаді.

Друга група – інформація про внесення доз азотних, фосфорних і калійних добрив, дані про оптимальні дози цих добрив, дані про внесення органічних добрив та їхній оптимальній дозі, рік внесення органічних добрив, бал ґрунтового бонітету.

Третя група – інформація про експозицію та крутість схилу, на якому розташоване поле, характеристика типу схилу і місця розташування поля на схилі.

Тести для самоперевірки

1. Яку структуру має модель агро кліматичної оцінки?

А – блокову;- вірно

Б - систему рівнянь- не вірно, блокову структуру;

В – блокову з системою рівнянь- не вірно, блокову структуру;

Г - числову- не вірно, блокову структуру.

2. Скільки груп спостережень входить у блок вхідної інформації?

- А – 6 груп – не вірно, три групи.;
- Б – 3 групи; - вірно
- В - спостереження без груп не вірно, три групи.;
- Г - 2 групи.- не вірно, 3 групи.

3. Що входить в блок показників сонячної радіації?

А- інтенсивність сумарної сонячної радіації- не вірно тому що в блок входять - інтенсивності сумарної сонячної радіації, температури повітря, режим зволоження ґрунту.

Б - інтенсивності сумарної сонячної радіації, температури повітря, режим зволоження ґрунту – відповідь вірна.

В - ФАР – відповідь не вірна, тому що в блок входять - інтенсивності сумарної сонячної радіації, температури повітря, режим зволоження ґрунту.

;

Г - середня за декаду кількість годин сонячного сьйва – відповідь не вірна, тому що в блок входять - інтенсивності сумарної сонячної радіації, температури повітря, режим зволоження ґрунту.

4. За якими даними розраховується режим зволоження на схилах?

А – за запасами продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–100 см на схилі, мм; коефіцієнтом для перерахунку запасів вологи на схилі – відповідь вірна.;

Б - запасами продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту на горизонтальній поверхні, мм; запасами продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–100 см на схилі, мм; коефіцієнтом для перерахунку запасів вологи на схилі – відповідь невірна, тому що режим зволоження на схилах розраховується за запасами продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–100 см на схилі, мм; коефіцієнтом для перерахунку запасів вологи на схилі

В - запасами продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту на горизонтальній поверхні, сумою опадів – відповідь не вірна, тому що режим зволоження на схилах розраховується за запасами продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–100 см на схилі, мм; коефіцієнтом для перерахунку запасів вологи на схилі.

Г - запасами продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту на горизонтальній поверхні, коефіцієнтом для перерахунку запасів вологи на схилі, сумою опадів – відповідь не вірна, тому що режим зволоження на схилах розраховується за запасами продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–100 см на схилі, мм; коефіцієнтом для перерахунку запасів вологи на схилі

Еталонні відповіді: 1 – А; 2 – Б; 3 – Б; 4 – А.

Тема 21. Блоки показників сонячної радіації та функцій впливу фази розвитку і метеорологічних факторів на продукційний процес рослин. Ключ - 1, розділ 15, с. 329 - 332.

Для розрахунку інтенсивності сумарної сонячної радіації використовується формула С.І. Сівкова

$$Q_o^j = 12,66 \cdot (SS^j)^{1,31} + 315 \cdot (A^j + B^j)^{2,1}, \quad (15.1)$$

де Q_o – сумарна сонячна радіація, що приходить на горизонтальну поверхню, кал/см²·доба;

SS – середня за декаду кількість годин сонячного сьйва;

j – номер розрахункової декади;

A і B – проміжні характеристики, що визначаються в залежності від широти місцевості та схилення Сонця.

Інтенсивність сумарної сонячної радіації з урахуванням експозиції і крутості схилу визначається за виразом

$$Q_{eks}^j = k_{eks}^{Q(j)} \cdot Q_0^j, \quad (15.2)$$

де Q_{eks} – сумарна сонячна радіація в залежності від експозиції і крутості схилу, кал/см²·доба;

k_{eks}^Q – коефіцієнт для перерахунку середньої за декаду сумарної сонячної радіації з горизонтальної поверхні для схилів різної крутості, відн. од.

Величина k_{eks}^Q визначається в залежності від широти місцевості, календарного місяця, експозиції і крутості схилу.

Для розрахунку температури повітря на схилі використовується вираз

$$T_{S\ eks}^j = k_{eks}^{T(j)} \cdot T_S^j, \quad (15.3)$$

де $T_{S\ eks}$ – середньодекадна температура повітря на схилі, °С;

k_{eks}^T – коефіцієнт для перерахунку температури повітря на схилі, відн. од.;

T_s – середньодекадна температура повітря на горизонтальній поверхні, °С.

Величина k_{eks}^T визначається в залежності від широти місцевості і крутості схилу:

а) північний схил

$$k_{eks}^{T(j)} = 1 - 0,003 \cdot (1 + 0,02\varphi) \cdot \beta_{kp}, \quad (15.4)$$

б) південний схил

$$k_{eks}^{T(j)} = 1 + 0,001 \cdot (1 + 0,007\varphi) \cdot \beta_{kp}, \quad (15.5)$$

в) східний і західний схили

$$k_{eks}^{T(j)} = 1 - 0,001 \cdot (1 - 0,005\varphi) \cdot \beta_{kp}, \quad (15.6)$$

г) північно-східний і північно-західний схили

$$k_{eks}^{T(j)} = 1 - 0,0025 \cdot (1 + 0,02\varphi) \cdot \beta_{kp}, \quad (15.7)$$

д) південно-східний і південно-західний схили

$$k_{eks}^{T(j)} = 1 - 0,00085 \cdot (1 + 0,07\varphi) \cdot \beta_{kp}, \quad (15.8)$$

де φ – широта пункту, град;

β_{kp} – крутість схилу, град.

Режим зволоження ґрунту з урахуванням експозиції схилу визначається двома способами:

– перший спосіб – при наявності даних про вологість ґрунту

$$W_{eks}^j = k_{eks}^{W(j)} W_0^j, \quad (15.9)$$

де W_0 – запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту на горизонтальній поверхні, мм;

W_{eks} – запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–100 см на схилі, мм;

k_{eks}^W – коефіцієнт для перерахунку запасів вологи на схилі, відн. од.

Величина k_{eks}^W визначається в залежності від зволоження місцевості, пори року, експозиції схилу і форми рельєфу.

– другий спосіб – при відсутності даних про вологість ґрунту визначається сума опадів з урахуванням факторів зволоження території, експозиції схилу та форми рельєфу

$$O_{S_{eks}}^j = k_{eks}^{O_s} \cdot O_s^j, \quad (15.10)$$

де $O_{S_{eks}}$ – сума опадів за декаду з урахуванням схилу, мм;

$k_{eks}^{O_s}$ – коефіцієнт для перерахунку опадів на схилі, відн. од;

O_s – сума опадів за декаду на горизонтальну поверхню.

Величина $k_{eks}^{O_s}$ визначається в залежності від зволоження території, експозиції схилу і форми рельєфу.

Для розрахунку випаровуваності E_0 використовується метод А.М. Алпатьєва:

$$E_0^j = 0,65 \cdot DWW^j \cdot dv^j \cdot 0,75, \quad (15.11)$$

де DWW – середній за декаду дефіцит насичення повітря;

dv – кількість днів у розрахунковій декаді.

Розрахунок випаровуваності з врахуванням експозиції схилу виконується за співвідношенням

$$E_{0eks}^j = k_{eks}^{E(j)} \cdot E_0^j, \quad (15.12)$$

де E_{0eks} – випаровуваність на схилі;

k_{eks}^E – коефіцієнт для перерахування випаровуваності на схилі.

Сумарне випаровування визначається за формулою С.І. Харченко

$$E_{eks}^j = \frac{2W_{eks}^j + O_{S_{eks}}^j + P_{нор}^j}{1 + \frac{2W_{HB}}{E_{0eks}^j}}, \quad (15.13)$$

де E_{eks} – сумарне випаровування на схилі;

$P_{нор}$ – норма вегетаційних поливів;

W_{HB} – найменша вологоємність у шарі ґрунту 0-100 см;

$O_{S_{eks}}$ – сума опадів за декаду з урахуванням схилу;

W_{eks} – запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту на схилі.

Величина коефіцієнта для перерахунку випаровуваності на схилі k_{eks}^E знаходиться в залежності від зволоження території, пори року, експозиції і крутості схилу.

За допомогою наступного співвідношення розраховується інфільтрація у нижні шари ґрунту

$$F_{ilt_{eks}}^j = W_{eks}^j + O_{S_{eks}}^j + P_{нор}^j - E_{eks}^j - W_{HB}, \quad (15.14)$$

де $F_{ilt_{eks}}$ – інфільтрація в нижні шари ґрунту на схилі за декаду, мм.

Для розрахунку запасів продуктивної вологи на схилі використовується рівняння водного балансу

$$W_{eks}^{j+1} = W_{eks}^j + O_{S_{eks}}^j + P_{nor}^j - E_{eks}^j - F_{ilt_{eks}}^j. \quad (15.15)$$

В основі продукційного процесу рослин лежить фотосинтез. Його інтенсивність обумовлюється фазою розвитку рослин і умовами навколишнього середовища.

Функція впливу температури повітря на продукційний процес рослин визначається пертемпературною кривою фотосинтезу, середньо декадною температурою повітря, та температурою початку фотосинтезу. Значення нижньої і верхньої межі температурного режиму для фотосинтезу визначаються як функції часу.

Функція впливу вологості ґрунту на фотосинтез знаходиться за даними запасів продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту, нижньої та верхньої межі оптимальних запасів продуктивної вологи. Функція впливу вологозабезпеченості посівів розглядається як сполучення двох функцій. Враховується функція впливу вологості ґрунту на продуктивність рослин (за даними про фактичні запаси вологи) і відношення сумарного випаровування посівів до випаровуваності з врахуванням експозиції і крутості схилів:

Тести для самопереврки

1. Що лежить в основі продукційного процесу рослин? 1

А – фотосинтез; - відповідь вірна.

Б – темнове дихання – відповідь не вірна, в основі лежить фотосинтез.

В – світлове дихання – відповідь не вірна, в основі лежить фотосинтез.

Г – вплив навколишнього середовища- відповідь не вірна, в основі лежить фотосинтез.

2. Як визначається функція впливу температури на продукційний процес?

А – за даними темпертемпературної кривої фотосинтезу, середньо декадної температури повітря, та темпертемператури початку фотосинтезу.- **відповідь вірна.**

Б - за значення нижньої і верхньої межі температурного оптимуму для фотосинтезу- відповідь не вірна, тому що визначається функція впливу температури за даними темпертемпературної кривої фотосинтезу, середньо декадної температури повітря, та темпертемператури початку фотосинтезу;

В - за даними темпертемпературної кривої фотосинтезу- відповідь не вірна, тому що визначається функція впливу температури за даними темпертемпературної кривої фотосинтезу, середньо декадної температури повітря, та темпертемператури початку фотосинтезу.;

Г - за даними середньо декадної температури повітря – відповідь не вірна, тому що визначається функція впливу температури за даними темпертемпературної кривої фотосинтезу, середньо декадної температури повітря, та темпертемператури початку фотосинтезу.

3. Як визначається функція впливу вологості ґрунту на фотосинтез?

А - знаходиться за даними запасів продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту- відповідь не вірна, тому що функція впливу вологості повітря знаходиться за даними запасів продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту, нижньої та верхньої межі оптимальних запасів продуктивної вологи;

Б - знаходиться за даними запасів продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту, нижньої та верхньої межі оптимальних запасів продуктивної вологи- відповідь вірна;

В - знаходиться за даними нижньої та верхньої межі оптимальних запасів продуктивної вологи – відповідь не вірна тому що, знаходиться за даними запасів продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту, нижньої та верхньої межі оптимальних запасів продуктивної вологи;

Г- знаходиться за оптимальними запасами вологи – відповідь не вірна, тому що знаходиться за даними запасів продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту, нижньої та верхньої межі оптимальних запасів продуктивної вологи;

4. Як визначається функція впливу вологозабезпеченості на фотосинтез?

А – як сполучення двох функцій - відповідь не вірна, тому що визначається за даними про фактичні запаси вологи і відношення сумарного випаровування посівів до випаровуваності з врахуванням експозиції і крутості схилів.

Б - за даними про фактичні запаси вологи і відношення сумарного випаровування посівів до випаровуваності з врахуванням експозиції і крутості схилів – **відповідь вірна**;

В - раховується функція впливу вологості ґрунту на продуктивність рослин (за даними про фактичні запаси вологи) - відповідь не вірна, тому що визначається за даними про фактичні запаси вологи і відношення сумарного випаровування посівів до випаровуваності з врахуванням експозиції і крутості схилів;

Г - раховується відношення сумарного випаровування посівів до випаровуваності з врахуванням експозиції і крутості схилів- відповідь не вірна, тому що визначається за даними про фактичні запаси вологи і відношення сумарного випаровування посівів до випаровуваності з врахуванням експозиції і крутості схилів;

Еталонні відповіді: 1 – А; 2 – А; 3 – Б; 4 – Б.

Тема 22. . Блок родючості ґрунту і забезпеченості рослин мінеральним живленням. Ключ -1. Розділ 15. с.332 - 335.

Родючість ґрунту характеризується вмістом у ній гумусу, що залежить від міри впливу ерозії ґрунту.

Функція впливу вмісту гумусу у ґрунті визначається за формулою О.С. Образцова для розрахунку забезпеченості рослин елементами мінерального живлення

$$FW_{Gum} = (F_{Gum})^{1,35} \cdot \exp[1,1 \cdot (1 - F_{Gum})], \quad (17)$$

де FW_{Gum} – функція впливу вмісту гумусу у ґрунті на формування урожаю, відн. од..

Значення функцій оптимальності азотного, фосфорного і калійного живлення розраховується за методом О.С. Образцова з врахуванням кількості внесених азотних добрив, оптимальної дози азотних добрив, необхідних для одержання максимального урожаю, функції впливу забезпеченості азотом, коефіцієнту ефективності добрив в залежності від вологості ґрунту,.

Аналогічно визначаються функції впливу забезпеченості фосфором і калієм .

Вплив режиму зволоження ґрунту на ефективність добрив враховується через функцію впливу внесення органічних добрив на урожай; внесеної дози органічних добрив, оптимальної для вирощування сільськогосподарської культури дози внесення органічних добрив, коефіцієнту впливу року внесення органічних добрив. Аналогічно визначається співвідношення дози органічних добрив до їх оптимальної величини і розраховується функція впливу внесення органічних добрив з врахуванням року внесення добрив.

Узагальнена функція впливу родючості ґрунту і внесення мінеральних та органічних добрив розраховується за принципом Лібіха

$$FWM_{ef}^j = \min \{FW_{Org}^j, FW_N^j, FW_P^j, FW_K^j\}, \quad (18)$$

де FWM_{ef} – функція впливу ефективної родючості на урожай, відн. од.

Тести для самоперевірки

1. Чим характеризується родючість ґрунту?

А – вмістом питомих речовин – відповідь не вірно, тому що родючість характеризується вмістом в ньому гумусу.;

Б - вмістом у ній гумусу – відповідь вірна.

В – ерозією ґрунту- відповідь не вірна, тому що родючість характеризується вмістом в ньому гумусу.;

Г – змивом ґрунту – відповідь невірна, тому що родючість характеризується вмістом в ньому гумусу.;

2. Які Ви знаєте функції впливу живлення на продукційний процес?

А - функцій оптимальності азотного, фосфорного і калійного живлення – відповідь невірна тому що, функції впливу живлення на продукційний процес – це функції впливу забезпеченості азотом.

Б - функції впливу забезпеченості азотом – відповідь вірна.

В – функції оптимальної дози азотних добрив – відповідь невірна , тому що функції впливу живлення на продукційний процес – це функції впливу забезпеченості азотом;

Г - функції коефіцієнту ефективності добрив в залежності від вологості ґрунту- відповідь не вірна, тому що функції впливу живлення на продукційний процес – це функції впливу забезпеченості азотом..

3. Як впливає режим зволоження ґрунту на ефективність добрив?

А - враховується через функцію впливу внесення органічних добрив – відповідь не вірна, тому що вплив режиму зволоження ґрунту на ефективність добрив враховується через функцію впливу внесення органічних добрив на урожай.

Б - вплив режиму зволоження ґрунту на ефективність добрив враховується через функцію впливу внесення органічних добрив на урожай- відповідь вірна.;

В – вплив режиму зволоження на ефективність добрив враховується через внесену дозу органічних добрив, оптимальну для вирощування сільськогосподарської культури- відповідь невірна, тому що вплив режиму зволоження ґрунту на ефективність добрив враховується через функцію впливу внесення органічних добрив на урожай. ;

Г - вплив режиму зволоження на ефективність добрив враховується через внесення органічних добрив з врахуванням року внесення добрив відповідь не вірна, тому що вплив режиму зволоження ґрунту на ефективність добрив враховується через функцію впливу внесення органічних добрив на урожай.

4. Як розраховується узагальнена функція впливу родючості ґрунту і внесення мінеральних та органічних добрив?

А- за формулою $FWM_{ef}^j = \min \{FW_{Org}^j, FW_N^j, FW_P^j, FW_K^j\}$ - вірно

Б - за формулою $FW_{Gum} = (F_{Gum})^{1,35} \cdot \exp[1,1 \cdot (1 - F_{Gum})]$ - не вірно

В - за формулою $FW_{Org}^j = \left\{ (F_{Org})^{1,35} \cdot \exp[1,1 \cdot (1 - F_{Org})] \right\} \cdot k_{Org}^g \cdot k_{ef}^j$ не вірно

Г – за формулою $F_{Org} = \frac{O_{rg}}{O_{rg\ opt}}$ не вірно

Еталонні відповіді: 1 – Б; 2 – Б; 3– Б; 4 – А.

Тема 23. Блок агроекологічних категорій урожайності. Ключ –1, розділ 15, с.334 – 336. . Блок узагальнених оціночних характеристик. Ключ –2 розділ 6, с. 112 – 115., Ключ 1, розділ 15, стор.336-338.

Визначення величини різних агроекологічних категорій урожайності здійснюється з врахуванням внесених модифікацій, із залученням більш повної інформації і наповненням цих категорій новим змістом.

Збільшення потенційної урожайності загальної біомаси за декаду визначається в залежності від інтенсивності фотосинтетично активної радіації (ФАР) і біологічних особливостей культури з врахуванням зміни здатності рослин до фотосинтезу протягом вегетації

$$\frac{\Delta ПУ^j}{\Delta t} = \alpha_{\Phi}^j \frac{\eta \cdot Q_{\text{фар}}^j \cdot k_{\text{eks}}^{Q^j} \cdot dv^j}{q}, \quad (19)$$

де $\frac{\Delta ПУ}{\Delta t}$ – приріст потенційної урожайності загальної біомаси за декаду, г/м²; α_{Φ} – онтогенетична крива фотосинтезу, відн. од.; η – КПД посівів, відн. од.; $Q_{\text{фар}}$ – середньодекадна за добу сума ФАР, кал/см² доба; $k_{\text{eks}}^{Q^j}$ – коефіцієнт для перерахування середньої за декаду сумарної сонячної радіації з горизонтальної поверхні для схилів різної експозиції і крутості, відн. од.; q – калорійність.

Приріст метеорологічно-можливої урожайності загальної біомаси являє собою приріст потенційної урожайності, який буде обмежений впливом волого-температурного режиму:

$$\frac{\Delta ММУ^j}{\Delta t} = \frac{\Delta ПУ^j}{\Delta t} \cdot FTW_2, \quad (20)$$

де $\frac{\Delta ММУ}{\Delta t}$ – приріст метеорологічно-можливої урожайності загальної біомаси за декаду, г/м²;

FTW_2 – узагальнена функція впливу волого-температурного режиму з корекцією на сполучення різних екстремальних умов, відн. од.

Формування дійсно можливої урожайності загальної біомаси обмежується рівнем природної родючості ґрунту:

$$\frac{\Delta ДМУ^j}{\Delta t} = \frac{\Delta ММУ^j}{\Delta t} B_{\text{пл}} F_{\text{Gum}}, \quad (21)$$

де $\frac{\Delta ДМУ}{\Delta t}$ – приріст дійсно можливої урожайності загальної біомаси за декаду, г/м²;

$B_{\text{пл}}$ – бал ґрунтового бонітету, відн. од.

Одержання рівня господарської урожайності загальної біомаси обмежується реально існуючим рівнем культури землеробства й ефективністю внесених мінеральних і органічних добрив:

$$\frac{\Delta УВ^j}{\Delta t} = \frac{\Delta ДМУ^j}{\Delta t} k_{\text{земл}} FWM_{\text{ef}}^j, \quad (22)$$

де $\frac{\Delta УВ}{\Delta t}$ – приріст урожайності загальної біомаси у виробництві, г/м²;

$k_{земл}$ – коефіцієнт, що характеризує рівень культури землеробства і господарської діяльності, відн. од.;

FWM_{ef} – функція ефективності внесення органічних і мінеральних добрив в залежності від умов вологозабезпеченості декад вегетації, відн. од.

Аналіз різноманітних агроекологічних категорій врожайності ($ПУ$, $ММУ$, $ДМУ$, $УВ$), а також їхніх співвідношень і відмінностей дозволяє судити про природні й антропогенні ресурси сільського господарства, а також про ефективність господарського використання цих ресурсів стосовно вирощування сільськогосподарських культур.

Розглянемо п'ять узагальнених характеристик:

1. Ступінь сприятливості метеорологічних умов вирощування культури характеризує співвідношення метеорологічно-можливої врожайності і потенційної врожайності

$$K_m = ММУ_{зерна} / ПУ_{зерна}, \quad (23)$$

де K_m – коефіцієнт сприятливості метеорологічних умов, відн. од.

2. Сприятливість ґрунтових умов показує відношення дійсно можливої врожайності до метеорологічно-можливої врожайності

$$K_2 = ДМУ_{зерна} / ММУ_{зерна}, \quad (24)$$

де K_2 – коефіцієнт сприятливості ґрунтових умов, відн. од.

3. Співвідношення врожайності у виробництві і метеорологічно можливої врожайності встановлює ефективність використання агрокліматичних ресурсів. Якщо це співвідношення розраховується за середніми багаторічними даними, то воно відображає ефективність використання агрокліматичних ресурсів

$$K_{акл} = УВ_{зерна} / ММУ_{зерна}, \quad (25)$$

де $K_{акл}$ – коефіцієнт ефективності використання агрокліматичних ресурсів, відн. од.

4. При реальних ґрунтових умовах співвідношення врожайності у виробництві і дійсно можливої врожайності можна розглядати як показник досконалої агротехнології

$$K_{земл} = УВ_{зерна} / ДМУ_{зерна}, \quad (26.)$$

де $K_{земл}$ – коефіцієнт ефективності використання існуючих агрометеорологічних і ґрунтових умов (характеризує рівень культури землеробства з погляду ефективності господарського використання існуючого комплексу агрометеорологічних і ґрунтових умов), відн. од.

5. Величина відношення врожайності у виробництві до потенційної врожайності характеризує рівень реалізації агроекологічного потенціалу

$$K_{аек.пот} = УВ_{зерна} / ПУ_{зерна}, \quad (27)$$

де $K_{аек.пот}$ – коефіцієнт реалізації агроекологічного потенціалу, відн. од.

Підвищення рівня $УВ_{зерна}$ і доведення його до $ДМУ_{зерна}$ вимагає ретельного дотримання всіх засобів агротехніки, виконання їх у повній відповідності з агрометеорологічними умовами на конкретному полі. Це є першочерговою задачею програмування урожаїв, спрямованого на усунення дії різноманітних господарських факторів, які знаходяться у мінімумі.

Наближення $ДМУ_{зерна}$ до $ММУ_{зерна}$ вимагає виконання різноманітних заходів для підвищення родючості ґрунту. Різниця між $ММУ_{зерна}$ і $ПУ_{зерна}$ компенсується за рахунок меліоративних заходів, а також внаслідок правильного підбору сортів і культур, що краще

пристосовані до особливостей конкретного клімату. Підвищення рівня $ПУ_{зерна}$ забезпечується головним чином шляхом селекції нових сортів, які будуть мати більш високий рівень урожайності за рахунок ефективного використання сонячної радіації.

Формули (8)–(11) дозволяють визначити основні агроекологічні категорії урожайності сільськогосподарських культур для різних елементів рельєфу, що формуються під впливом ґрунтово-кліматичних умов і мікрокліматичних особливостей досліджуваних територій та виконати для цих територій оцінку агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур.

Тести для самоперевірки

1. Від чого залежить зміна потенційної врожайності за декаду?

А - від інтенсивності фотосинтетично активної радіації (ФАР) і біологічних особливостей культури з врахуванням зміни здатності рослин до фотосинтезу протягом вегетації – відповідь вірна.

Б – від надходження ФАР – відповідь не вірна, тому що зміна потенційної врожайності залежить від інтенсивності фотосинтетично активної радіації (ФАР) і біологічних особливостей культури з врахуванням зміни здатності рослин до фотосинтезу протягом вегетації.

В – від ККД ФАР – відповідь невірна, тому що зміна потенційної врожайності залежить від інтенсивності фотосинтетично активної радіації (ФАР) і біологічних особливостей культури з врахуванням зміни здатності рослин до фотосинтезу протягом вегетації.

Г – від калорійності рослини – відповідь невірна, тому що зміна потенційної врожайності залежить від інтенсивності фотосинтетично активної радіації (ФАР) і біологічних особливостей культури з врахуванням зміни здатності рослин до фотосинтезу протягом вегетації.

2. Як розраховується приріст ММВ?

А – за сумою температур- відповідь не вірна; обмежується впливом волого-температурного режиму.

Б – за формулою $\frac{\Delta ММУ^j}{\Delta t} = \frac{\Delta ПУ^j}{\Delta t} \cdot FTW_2$; відповідь вірна.

В – за формулою $\frac{\Delta ПУ^j}{\Delta t} = \alpha_{\phi}^j \frac{\eta \cdot Q_{\phi ap}^j \cdot k_{eks}^Q \cdot dv^j}{q}$; відповідь не вірна;

обмежується впливом волого-температурного режиму.

Г –а формулою $ПУ_{зерна} = ПУ \cdot K_{госп}^{ПУ} \cdot 1,14 \cdot 0,1$ - відповідь не вірна; обмежується впливом волого-температурного режиму.

3. Яким фактором обмежується приріст дійсно можливого врожаю?

А - Формування дійсно можливої урожайності загальної біомаси обмежується рівнем природної родючості ґрунту:- відповідь вірна.

Б- існуючим рівнем культури землеробства відповідь невірна, тому що формування дійсно можливої урожайності загальної біомаси обмежується рівнем природної родючості ґрунту;

В - ефективністю внесених мінеральних і органічних добрив – відповідь невірна, тому що формування дійсно можливої урожайності загальної біомаси обмежується рівнем природної родючості ґрунту:

Г - рівнем культури землеробства і господарської діяльності – відповідь не вірна тому що Формування дійсно можливої урожайності загальної біомаси обмежується рівнем природної родючості ґрунту.

4. За якою формулою розраховується приріст урожаю в господарстві?

А - $\frac{\Delta UB^j}{\Delta t} = \frac{\Delta ДМУ^j}{\Delta t} k_{земл} FWM_{ef}^j$; відповідь вірна

Б - $ПУ_{зерна} = ПУ \cdot K_{госп}^{ПУ} 1,14 \cdot 0,1$; відповідь не вірна

В - $\frac{\Delta ММУ^j}{\Delta t} = \frac{\Delta ПУ^j}{\Delta t} \cdot FTW_2$; відповідь не вірна

Г - $\frac{\Delta ДМУ^j}{\Delta t} = \frac{\Delta ММУ^j}{\Delta t} B_{пл} F_{Gum}$; відповідь не вірна.

5. Що є першочерговою задачею програмування врожаїв?

А – підвищення ДМВ зерна – відповідь не вірна, тому що задачею є підвищення рівня $UB_{зерна}$.

Б – підвищення рівня ПУ зерна – відповідь не вірна, тому що задачею є підвищення рівня $UB_{зерна}$.

В – підвищення рівня $UB_{зерна}$ відповідь вірна.

Г – підвищення урожаїв зерна всіх рівнів – відповідь не вірна, тому що задачею є підвищення рівня $UB_{зерна}$.

6. Що характеризує – коефіцієнт реалізації агроекологічного потенціалу?

А - відношення урожайності у виробництві до потенційної урожайності- відповідь вірна;

Б – відношення урожайності до дії різноманітних факторів - відповідь не вірна, тому що КРАЕП є- відношення урожайності у виробництві до потенційної урожайності.

В - відношення урожайності у виробництві до метеорологічно можливого врожаю - відповідь не вірна, тому що КРАЕП є- відношення урожайності у виробництві до потенційної урожайності.

Г - відношення урожайності у виробництві до дійсно можливої урожайності - відповідь не вірна, тому що КРАЕП є- відношення урожайності у виробництві до потенційної урожайності.

7. Що характеризує ефективність використання агрокліматичних ресурсів?

А - співвідношення урожайності у виробництві і метеорологічно можливої урожайності – відповідь вірна;

Б - співвідношення урожайності у виробництві і дійсно можливої урожайності - відповідь невірна, тому що ефективність використання агро кліматичних ресурсів – це є співвідношення урожайності у виробництві і метеорологічно можливої урожайності.

В -співвідношення потенційно можливої урожайності до метеорологічно-можливої урожайності - відповідь невірна, тому що ефективність використання агро кліматичних ресурсів – це є співвідношення урожайності у виробництві і метеорологічно можливої урожайності.

Г - співвідношення потенційно можливої урожайності до дійсно можливої урожайності - відповідь невірна, тому що ефективність використання агро кліматичних

ресурсів – це є співвідношення урожайності у виробництві і метеорологічно можливої урожайності.

8. Як розраховується коефіцієнт ефективності використання існуючих агрометеорологічних і ґрунтових умов?

А – за формулою $K_{земл} = UB_{зерна}/ДМУ_{зерна}$; вірно

Б – за формулою $K_{аек.пот} = UB_{зерна}/ПУ_{зерна}$; не вірно

В – за формулою $K_{акл} = UB_{зерна}/ММУ_{зерна}$; не вірно

Г – за формулою $K_m = ММУ_{зерна}/ПУ_{зерна}$; не вірно

Еталонні відповіді: : 1 – А; 2 – Б ; 3 – А; 4 А.

5 – В; 6 – А; 7 – А; 8 - А.

3. Практична частина

З дисципліни « Моделювання гідрометеорологічного режиму ...» виконується 1 контрольна робота, яка складається з двох завдань:

1. Відповісти на запитання, які наводяться у вигляді тестів, у кожному варіанті 20 тестів.

2. Розрахувати, фотосинтез будь-якої сільськогосподарської культури (приклад Додаток А).

Варіант 1

Завдання 1.

1. Що означає поняття «модель»?

А - усе, що схоже на даний об'єкт, але не являється ним, можна вважати його моделлю;

Б – опис механізмів і явищ;

В – агро екосистема;

Г - біосистема;

2. В чому полягає блокова структура моделі?

А- блокова структура моделі відображає сутність процесів, які протікають у агро екосистемі;

Б- блокова структура моделі відображає особливості її реалізації на ПЕОМ;

В – блокова система всю сукупність процесів розбиває на такі групи, в яких зв'язки всередині групи є більш тісними, ніж між групами;

Г – в інтегрування рівнянь «середньої» групи.

3. Які особливості характерні для ієрархічних систем?

А - Кожен рівень ієрархії має свою власну мову, на кожному рівні ієрархії відбувається узагальнення властивостей об'єктів більш низьких рівнів, взаємозв'язки між рівнями не симетричні.

Б - Для нормального функціонування об'єктів вищого рівня необхідно, щоб успішно «працювали» об'єкти більш низького рівня, але не навпаки.;

В - Закономірності, виявлені й описані для більш низьких рівнів можуть бути включені у пояснювальну схему.

Г – кількість елементів в системі залежить від місця розташування півня організації.

4. В чому полягає сутність емпіричної моделі?

А - описати аналітичне наближення до експериментальних даних.;

Б - спроба дати пояснення описуваному об'єкту;

В – емпірична модель описує поведінку досліджуваної системи;

Г - являє собою набір формальних співвідношень, які відображають поведження досліджуваної системи.

5. Що означають параметри і константи моделі?

А - *Параметри і константи* – це незалежні від часу кількісні показники і коефіцієнти, які включаються у математичні моделі;

Б - змінні часу, стану, швидкості і ін.;

В - різних компонентів організму;

Г – експериментальні дані.

6. . Із яких процесів складається продуційний процес рослин?

А. Мінеральне живлення, дихання, фотосинтез;

Б - фотосинтез, дихання і ріст;

В - газообмін і транспірація;

Г – тепло та вологозабезпеченість.

7. Чим визначається теплообмін між листком і повітрям?

А – теплообмін визначається поверхнею листка.

Б - Теплообмін він визначається опором ламінарного шару повітря у міжлистковому просторі ;

В – опором примежового шару листка r_a ;

Г – наявністю устячок.

8. Як враховується вплив факторів навколишнього середовища на фотосинтез?

А - через щільність світлового потоку;

Б - вплив факторів навколишнього середовища враховується побічно, в основному через дифузійні опори;

В – визначається через кут нахилу світлової кривої;

Г - через темнове дихання.

9. Як визначається приріст біомаси посіву?

А – як різниця між площею листя впродовж двох декад;

Б- як залишок між сумарним фотосинтезом посіву та витратами на дихання.

В – залишок між сумарним фотосинтезом посіву і однієї рослини;

Г – як залишок між фотосинтезом і приростом структурних одиниць.

10. Як розраховується сумарний фотосинтез посіву?

А – розраховується за даними денного фотосинтезу посіву на одиницю площі;

Б – за даними денного фотосинтезу посіву на одиницю площі, коефіцієнту ефективності фотосинтезу; площі листя; тривалості дня, ;

В - коефіцієнту ефективності фотосинтезу; площі листя; тривалості дня, ;

Г – за даними площі листя; та – тривалості дня.

11. В чому полягають принципи побудови моделі Сеппа – Тоомінга?

А –В основу моделі покладена концепція максимальної продуктивності рослин Х.Г.Тоомінга;

Б - В основу моделі покладена концепція програмування врожаїв;

В - В основу моделі покладена концепція основних законів розвитку рослин;

Г - В основу моделі покладена концепція моніторингу навколишнього середовища.

12. Що лежить в основі визначення потенційного урожаю?

А – залежність урожайності від інтенсивності фотосинтетичної діяльності і біологічних особливостей культури;

Б - залежність урожайності від ККД посівів;

В - залежність урожайності від середньої за добу суми ФАР;

Г - залежність урожайності від онтогенетичної кривої фотосинтезу.

13. Як визначається фотосинтез листя?

А – за формулою Монсі і Саекі;

- Б – за формулою Росса і Біхеле;
- В – за формулою Міхаеліса – Ментен;
- Г – за формулою Гаастра.

14. Як визначається дихання рослин?

- А – як сума дихання росту та дихання підтримки структур;
- Б – за формулою Мак-Крі;
- В – за формулою Росса;
- Г – за формулою Тоомінга.

15. Що таке метеорологічно можлива урожайність?

- А – урожайність обмежена волого температурним режимом;
- Б - урожайність обмежена надходженням сонячної радіації;
- В - урожайність обмежена родючістю ґрунту;
- Г - урожайність обмежена волого температурним режимом та родючістю ґрунту.

16. Що представляє собою концепція побудови динамічної моделі продуктивності О.Д. Сиротенка?

- А – концепція побудови моделі заснована на концепції фондів;
- Б - концепція побудови моделі заснована на положенні, що посів розглядається як функціонально диференційоване ціле злі структурними одиницями;
- В - прикладна модель продукційного процесу;
- Г – модель заснована на використанні біологічного блоку.;

17. Як проводиться моделювання фотосинтезу в моделі О.Д.Сиротенка?

- А – сумарний фотосинтез розраховується О.Д.Сиротенка;
- Б - сумарний фотосинтез розраховується за формулою Шартъє;
- В - сумарний фотосинтез розраховується за формулою Мак-Крі;
- Г - сумарний фотосинтез розраховується Торнлі..

18.. Як проводиться моделювання приросту маси рослин?

- А.- добовий приріст фітомаси визначається процесами росту і дихання;
- Б - добовий приріст фітомаси визначається процесами росту , дихання, розпаду тканини і опадом відмерлих тканин;
- В - добовий приріст фітомаси визначається процесами росту і розпаду тканини;
- Г - добовий приріст фітомаси визначається процесами росту, і розпаду тканини і опадом відмерлих тканин.

19. Як в моделі Польового моделюється радіаційний, тепловий режим системи ґрунт – рослина – атмосфера?

- А. –моделювання радіаційного і теплового режимів виконується з урахуванням радіаційного балансу рослинного покриву;
- Б- моделювання радіаційного і теплового режимів виконується з урахуванням величин поглиненої радіації, альbedo поверхні, потоку тепла в ґрунт та сумарної короткохвильової радіації;
- В - моделювання радіаційного і теплового режимів виконується з урахуванням балансу довгохвильової та короткохвильової радіації;
- Г - моделювання радіаційного і теплового режимів виконується з урахуванням функції пропускання сонячної радіації та потоку тепла в ґрунт.

20 Як в моделі Польового моделюється природне старіння рослин та при стресових умовах?

А - моделюється природне старіння рослин та при стресових умовах з використанням процесу розпаду тканин, який описується рівнянням реакції нульового порядку;

Б - моделюється природне старіння рослин та при стресових умовах з використанням процесу розпаду тканин, який описується рівнянням реакції першого і другого порядку;

В - моделюється природне старіння рослин та при стресових умовах з використанням процесу розпаду тканин, який описується рівнянням кінетики.;

Г - моделюється природне старіння рослин та при стресових умовах з використанням процесу розпаду тканин, який описується рівнянням Мак-Крі.

Завдання 2.

Виконати розрахунки фотосинтезу рослинного покриву, за наведеними нижче даними. Для цього використати модель, розроблену А.М. Польовим для розрахунку фотосинтезу на ПЕОМ (додток А)

Техніка розрахунку характеристик фотосинтетичної продуктивності сільськогосподарських культур

2.1 Загальна підготовка початкової інформації для виконання розрахунків

Для виконання розрахунків необхідно підготувати середню по області (або ж по окремій станції) агрометеорологічну інформацію, яка має чотири групи Додаток А).: Для виконання розрахунків створюється файл «Foto10.dat»

- 1) опис області (станції);
- 2) середня багаторічна агрометеорологічна інформація;
- 3) поточна агрометеорологічна інформація конкретного року;
- 4) параметри моделі.

Дані для розрахунків наводяться нижче (вхідні дані).

2.1. Опис області (станції). До складу цієї групи входять:

2.1.1. φ – географічна широта центра області (станції), дається в градусах з десятими;

2.1.2. $W_{нв}$ – найменша вологоємність метрового шару ґрунту, мм.

2.2. Середня багаторічна агрометеорологічна інформація. До складу цієї групи входить:

2.2.1. $W(0)$ – запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту на початок розрахунків;

2.2.2. Фенологічні дані – дати настання фаз розвитку: відновлення вегетації (сходи), вихід в трубку, колосіння, цвітіння, молочна стиглість, воскова стиглість. На основі цієї інформації визначається:

2.2.3. n – кількість розрахункових декад від відновлення вегетації (сходів) до воскової стиглості;

np – кількість днів в кожній розрахунковій декаді;

n_0 – кількість днів від першого січня до відновлення вегетації (сходів);

$N1$ – дата відновлення вегетації (сходів) – дата місяця, коли наступила фаза;

$N2$ – порядковий номер місяця, коли наступила фаза відновлення вегетації (сходів): 1 – січень, 2 – лютий і т.д.;

2.2.4. – щодадні за весь період метеорологічні дані:

t_s – середня за декаду температура повітря, °С;

t_{ps} – середня за декаду температура поверхні ґрунту;

ss – середня за декаду кількість годин сонячного сйва;

os – сума опадів за декаду, мм;
 dww – середній за декаду дефіцит насичення повітря, мб;
 dv – кількість днів у розрахунковій декаді;
 pat – середній за декаду атмосферний тиск, гПа;

2.3. Поточна агрометеорологічна інформація конкретного року

До складу цієї групи входить поточна агрометеорологічна інформація, яка щодавно поповняється за вегетаційний період конкретного року.

Інформація цієї групи повністю повторює всі дані перераховані в розділі 2.2. Вони нумеруються як пункти 2.3.1 – 2.3.4.

2.4. Параметри моделі. До складу цієї групи входять наступні характеристики:

- 2.4.1. W_{HB} – найменша вологоємність метрового шару ґрунту, мм;
- 2.4.2. T_0 – біологічний нуль культури, для якої ведеться розрахунок;
- 2.4.3. $\sum t_{ef}$ – сума ефективних температур за період вегетації;
- 2.4.4. $\sum t_{max1}$ – сума ефективних температур за період від відновлення вегетації (сходів) до колосіння (викидання волоті);
- 2.4.5. $\sum t_{max2}$ – сума ефективних температур за період від відновлення вегетації (сходів) до молочної стиглості;
- 2.4.6. LAI_{max} – максимальна площа листової поверхні, м²/м²;
- 2.4.7. $W(0)$ – запаси продуктивної вологи на початок вегетації (початок розрахунків), мм;
- 2.4.8. SW_{req} – сумарна потреба культури у волозі за вегетаційний період, мм.

Для розрахунків на ПЕОМ створюється файл даних, імя файла «Foto 10.dat»

Вхідна інформація вводиться в програму для розрахунку в такому порядку:

- 1 рядок складається з чотирьох чисел: 1- назва пункту спостережень пишеться буквами, починаючи з другої позиції; 2 – рік проведення розрахунків, пишеться дві останні цифри року через одну позицію після назви пункту; 3 – дата розрахунку, пишеться цифрами через одну позицію після року; 4 - місяць розрахунку, пишеться через одну позицію після дати. (приклад запису першого рядка: Херсон 04 20.6)

- 2 рядок складається з п'яти чисел: n - кількість розрахункових декад, ціле число записується в трьох позиціях; $t_{об}$ - кількість днів від 21 березня до відновлення вегетації, число ціле записується у трьох позиціях; $N1$ - дата відновлення вегетації, ціле число в трьох позиціях; $N2$ - місяць відновлення вегетації, пишеться арабськими цифрами, ціле число, в трьох позиціях; Ψ - географічна широта пункту спостережень, хвилини виражені в частках градуса. Десятиричне число в шести позиціях, з двома знаками після коми (приклад запису другого рядка: 12 54 13 3 47.40).

- 3 рядок : $W(0)$ – масив запасів продуктивної вологи в напівметровому шарі ґрунту, число ціле, в шести позиціях з одним знаком після коми (приклад запису третього рядка : 110.0 90.0 80.0 71.0 66.0. 61.0 55.0 50.0 45.0 50.0 47.0)

- четвертий рядок: t_s - масив середніх за декаду температур повітря, число в шести позиціях з одним знаком після коми (приклад запису четвертого рядка: 15.9 17.5 18.4 19.6 20.1 21.2 22.3 22.5 22.2 21.3 20.5 19.6);

- 5 рядок – ss – масив кількості годин сонячного сяйва в розрахункових декадах (в середньому за один день декади), число в шести позиціях з одним знаком після коми (приклад запису п'ятого рядка:

9.8 9.1 9.5 9.9 15.2 15.5 10.8 10.6 10.4 10.2 10.6 9.3).

- шостий рядок : dv – масив кількості днів в розрахункових декадах, число ціле в трьох позиціях (приклад запису шостого рядка:

8 11 10 10 10 10 10 11 10 10 10 10).

- сьомий рядок: інформаційний масив (масив inf) містить дев'ять чисел, кожне число кодується у восьми позиціях з двома знаками після коми. (приклад запису:

05.00 1800.00 0600.00 0800.00 05.00 030.00 0400.00 0100.00 0020.00).

- inf (1) – T_0 – біологічний ноль культури;
- inf (2) – $\sum t_{\text{эф}}$ – сума ефективних температур за період вегетації;
- inf (3) – $\sum t_{\text{max1}}$, сума ефективних температур від відновлення вегетації до колосіння;
- inf (4) – $\sum t_{\text{max2}}$, сума ефективних температур від відновлення вегетації до цвітіння;
- inf (5) – LAI_{max} – максимальна площа листя;
- inf (6) – κ – інтенсивність фотосинтезу при світловому насиченні та нормальній концентрації;
- inf (7) – b – початковий нахил світлової кривої фотосинтезу;
- inf (8) – $W_{\text{нв}}$ – найменша волого місткість метрового шару ґрунту;
- inf (9) – $t_{\text{опт}}^{\Phi}$ – оптимальна температура процесу фотосинтезу.

Вихідні дані результатів розрахунків за допомогою ПЕОМ (додаток Б).

Виконання розрахунків по моделі проводиться в присутності викладача після створення файлу «Foto10.dat» за допомогою виконавчого файлу «Foto10.exe», який створюється на етапі розробки моделі шляхом компіляції програми моделі. Для виконання розрахунків курсор ставиться на файл «Foto10.exe» і виконується розрахунок.

Результати розрахунків виводяться у вигляді файлу «Foto10. res» (Додаток Б). Він містить у собі початкову інформацію, а також результати розрахунків по програмі за кожну декаду вегетаційного періоду.

Результати розрахунків видаються у вигляді таблиць (Додаток Б) в наступному порядку.

Спочатку видається початкова інформація для розрахунків.

Потім послідовно за кожну декаду розрахункового періоду виводиться дві розрахункові таблиці (Додаток И), в яких прийнято слідує позначення символів:

Таблиця R.1 містить інформацію про:

- taudn – тривалість світлого часу доби, год.;
- q – сумарну за добу сонячну радіацію, кал/см² доба;

Таблиця 1 містить інформацію про:

- номер розрахункової декади (дек);
- номер розрахункової доби (доба);
- $ts1$ – середня за декаду ефективна температура повітря, °С;
- $ts2$ – сума ефективних температур наростаючим підсумком, °С;
- J_0 – інтенсивність ФАР на верхній межі посіву, кал/см² хв;
- J_L – інтенсивність ФАР в посіві, кал/см² хв;
- $ksifl$ – значення функції впливу температури повітря на інтенсивність фотосинтезу, відносні одиниці.
- $gamf$ – значення функції впливу вологозабезпеченості на інтенсивність фотосинтезу, відносні одиниці.

Таблиця 2 містить інформацію про:

- LL – площа листя посіву, м² / м²;
- F_0L – інтенсивність фотосинтезу посіву при оптимальних умовах по температурі повітря та вологозабезпеченості, мг СО₂/дм² год.;
- FtL – інтенсивність фотосинтезу в польових умовах, мг СО₂/дм² год.;
- FL – фотосинтез посіву за добу, г/ м² добу;
- DM – приріст загальної маси посіву за декаду, г/ м² декаду.

Узагальнення одержаних результатів повинне містити аналіз розрахованих величин характеристик фотосинтетичної продуктивності сільськогосподарських культур.

ВХІДНА ІНФОРМАЦІЯ для розрахунків

1 ХЕРСОН 04 20.6

12 54 13 3 47.40

110.0 90.0 80.0 70.0 70.0 65.0 60.0 55.0 50.0 45.0

50.0 47.0

15.9 17.2 18.3 19.1 20.0 21.2 22.3 22.5 22.2 21.3

20.5 19.6

8.8 9.1 9.5 9.9 15.2 15.5 10.8 10.6 10.4 10.2

10.6 9.3

8 11 10 10 10 10 11 10 10 10 10

05.00 1800.00 0600.00 0800.00 05.00 030.00 0400.00 0100.00 0020.00

Варіант 2

Завдання 1

1. Як розраховується поглинена ФАР?

А - Поглинена посівом фотосинтетично активна радіація (ФАР) розраховується через площу листя, $\text{м}^2/\text{м}^2$.

Б - Поглинена посівом фотосинтетично активна радіація (ФАР) розраховується через поглинену сонячну радіацію, $\text{кал}/(\text{см}^2/\text{хв})$; площу листя, $\text{м}^2/\text{м}^2$.

В - Поглинена посівом фотосинтетично активна радіація (ФАР) розраховується за тривалістю сонячного сьйва, полуденною висотою сонця.

Г - Поглинена посівом фотосинтетично активна радіація (ФАР) розраховується через сумарну радіацію.

2. Що уявляє собою процес формування врожаю?

А - Процес формування урожаю представляє сукупність фізіологічних процесів, інтенсивність яких визначається біологічними особливостями рослин, факторами навколишнього середовища, взаємозв'язком між самими процесами.

Б – Процес формування урожаю представляє біологічні особливості рослин;

В – Процес формування урожаю представляє сукупність багатьох фізіологічних процесів і факторів навколишнього середовища;

Г - Процес формування урожаю представляє складну сукупність багатьох фізіологічних процесів, інтенсивність яких визначається факторами навколишнього середовища.

3. Які дані необхідні для розрахунку фотосинтезу в онтогенезі?

А - інтенсивність фотосинтезу в реальних умовах навколишнього середовища, онтогенетична крива фотосинтезу; функції впливу факторів навколишнього середовища;

Б - значення денного фотосинтезу посів на одиницю площі, коефіцієнт ефективності фотосинтезу, площа листя та тривалість дня;

В - тривалість сонячного сьйва, – полуденна висота Сонця;

Г - поглинена сонячна радіація, емпірична стала величина, площа листя.

4. Із яких під блоків складається блок дихання?

А – дихання фотосинтезу та дихання утворення структурних одиниць;

Б - дихання, яке пов'язано з підтримкою структурної організації тканин і дихання, що пов'язано з переміщенням речовин, фотосинтезом та створенням нових структурних одиниць;

В – дихання витрат на підтримку структури та дихання витрат на переміщення речовин;

- Г – витрати на дихання та витрати на суху біомасу.
- 5. . Що входить до параметрів блоку фотосинтезу.?**
- А - параметри агрометеорологічного блоку,
Б - параметри світлової кривої фотосинтезу та функції впливу температури повітря і вологості ґрунту на інтенсивність фотосинтезу;
В – параметр нахилу світлової кривої фотосинтезу;
Г - параметри для розрахунку динаміки біомаси окремих органів.
- 6. Як враховується вплив температури повітря на інтенсивність фотосинтезу?**
- А - через температурну криву фотосинтезу ;
Б - через оптимальні середньодобові температури повітря;
В - через температуру світлої пори доби;
Г - через крайні та оптимальні середньодобові температури.
- 7. . Яка інформація входить в агрометеорологічний блок моделі?**
- А – параметри , що характеризують середні багаторічні дати настання основних фаз розвитку
Б - параметри моделі для конкретної території визначаються на основі стандартної агрометеорологічної інформації;
В – параметри моделі , що характеризують дати настання основних фаз розвитку в поточному році;
Г - середні обласні значення середньої декадної температури повітря.
- 8. Які агрометеорологічні дані використовуються в моделях?**
- А – середні багаторічні агрометеорологічні дані та такі ж дані поточного року.
Б - Дані агро кліматичних довідників;
В – дані спостережень поточного року;
Г – дані поточного року використовуються відповідно до термінів оцінки культури.
- 9. Що називається коефіцієнтом ефективності фотосинтезу?**
- А - ступінь використання засвоєної CO_2 на побудову біомаси рослин;
Б – це взаємозв'язок сумарного газообміну з нагромадженням біомаси у рослин.;
В - це кількість сухої біомаси , яку рослина утворить протягом доби при засвоєнні одиниці CO_2 .;
Г - це середня калорійність сухої біомаси.
- 10. Що означає коефіцієнт корисної дії фітоценозів (ККД)?**
- А – це ефективність використання сонячної радіації фітоценозами
Б - відношенням кількості енергії, запасеної в продуктах фотосинтезу або утвореної у фітомасі урожаю, до кількості поглиненої радіації;
В – це фотосинтетична активність і економічність дихання самих рослин;
Г - характеризує ефективність використання рослинами поверхні землі.
- 11. В чому сутність компартментної моделі вологопровідності?**
- А –Комартментна модель описує динаміку водного режиму ґрунту;
Б - Комартментна модель описує водний потенціал ґрунту;
В - Комартментна модель описує зіну вологості ґрунту з глибиною?
Г - Комартментна модель описує процес висушування ґрунту.
- 12. 1. Що означає поняття «модель»?**
- А - усе, що схоже на даний об'єкт, але не являється ним, можна вважати його моделлю;
Б – опис механізмів і явищ;
В – агро екосистема;
Г - біосистема;

13 Що є ознакою динамічних моделей ?

- А – динамічні моделі в основі мають опис механізмів явища;
- Б – динамічні моделі - опис сукупності зовнішніх впливів;
- В – динамічна система – це опис продукційного процесу.
- Г – динамічна система – це опис процесу дихання

14. В чому полягає балансовий характер моделей?

- А - в тому, що у кожній із включених у модель субстанцій (вуглець, вода, азот та ін.) проводиться повний розрахунок усіх складових балансу;
- Б - у моделі фіксується все, що: – надходить на вхід системи; – складає предмет непродуктивних втрат, – відчужується з поля після збирання урожаю.
- В - баланси повинні з визначеною точністю дотримуватися на кожному відрізку часу в період вегетації;
- Г – в замкнутому круговороті речовин.

15 В чому полягає блокова структура моделі?

- А- блокова структура моделі відображає сутність процесів, які протікають у агро екосистемі;
- Б- блокова структура моделі відображає особливості її реалізації на ПЕОМ;
- В – блокова система всю сукупність процесів розбиває на такі групи, в яких зв'язки всередині групи є більш тісними, ніж між групами;
- Г – в інтегрування рівнянь «середньої» групи.

16. Що характеризує статистична модель?

- А - *Статична модель* – це математична конструкція, в яку не включена змінна часу;
- Б - *Статична модель* – це математична конструкція, в яку включена змінна часу;
- В - *Статична модель* – це математична конструкція, яка не описує;
- Г - *Статична модель* – це математична конструкція, описує динаміку процесу.

17. Що описує динамічна модель?

- А - *динамічна модель* має змінну часу t і часто використовується для дослідження явищ у їхньому розвитку;
- Б – *динамічна модель* будується на основі диференціальних рівнянь, що піддаються прямому інтегруванню;
- В - *динамічна модель* будується на основі диференціальних рівнянь, що не піддаються прямому інтегруванню;
- Г - *динамічна модель* описує процеси, в яких змінна часу t не може фігурувати у явному вигляді.

18. Що є функціями часу у динамічних моделях?

- А - У динамічних моделях значення змінних є функціями часу є значення змінних: змінних стану, змінних швидкості, допоміжних і керуючих змінних.
- Б - У динамічних моделях значення змінних не можуть бути функціями часу;
- В - У динамічних моделях функціями часу є значення змінних стану;
- Г - У динамічних моделях функціями часу є значення змінних швидкості.

19. Що розуміють під поняттям « змінна швидкості»?

- А - *Змінна швидкості* – це характеристика, яка задає процес, що протікає в системі на даний момент;
- Б - це відношення тієї чи іншої величини до одиниці часу;
- В - це та швидкість, з якою змінюються в часі чисельні значення кожної з відповідних змінних.
- Г - це характеристика процесу.

20. Що розуміють під поняттям «керуючі змінні»?

А – Керуючі змінні – це параметри моделі;

Б - Керуючі змінні – це вхідна інформація моделі, значення якої змінюється в часі незалежно від поводження досліджуваної системи.

В – Керуючі змінні - це величини, які його характеризують стан навколишнього середовища;можуть мати характер змінної стану (властивості, наприклад, температура і вологість) або перемінні швидкості параметри моделі;

Г – керуючі змінні - величини, які можуть мати характер змінної стану.

Завдання 2

Виконати розрахунки фотосинтезу рослинного покриву, за наведеними нижче даними. Для цього використати модель, розроблену А.М. Польовим для розрахунку фотосинтезу на ПЕОМ (додток А).

2.1 Загальна підготовка початкової інформації для виконання розрахунків

Для виконання розрахунків необхідно підготувати середню по області вхідну інформацію(або ж по окремій станції) агрометеорологічну інформацію, яка має чотири групи:

- 1) опис області (станції);
- 2) середня багаторічна агрометеорологічна інформація;
- 3) поточна агрометеорологічна інформація конкретного року;
- 4) параметри моделі.
 - 2.1. Опис області (станції). До складу цієї групи входять:
 - 2.1.1. φ – географічна широта центра області (станції), дається в градусах з десятими;
 - 2.1.2. W_{HB} – найменша вологоємність метрового шару ґрунту, мм.
 - 2.2. Середня багаторічна агрометеорологічна інформація. До складу цієї групи входить:
 - 2.2.1. $W(0)$ – запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту на початок розрахунків;
 - 2.2.2. Фенологічні дані – дати настання фаз розвитку: відновлення вегетації (сходи), вихід в трубку, колосіння, цвітіння, молочна стиглість, воскова стиглість. На основі цієї інформації визначається:
 - 2.2.3. n – кількість розрахункових декад від відновлення вегетації (сходів) до воскової стиглості;
 - np – кількість днів в кожній розрахунковій декаді;
 - no – кількість днів від першого січня до відновлення вегетації (сходів);
 - $N1$ – дата відновлення вегетації (сходів) – дата місяця, коли наступила фаза;
 - $N2$ – порядковий номер місяця, коли наступила фаза відновлення вегетації (сходів): 1 – січень, 2 – лютий і т.д.;
 - 2.2.4. – щодадні за весь період метеорологічні дані:
 - t_s – середня за декаду температура повітря, °С;
 - t_{ps} – середня за декаду температура поверхні ґрунту;
 - ss – середня за декаду кількість годин сонячного сйва;
 - os – сума опадів за декаду, мм;
 - dww – середній за декаду дефіцит насичення повітря, мб;

dv – кількість днів у розрахунковій декаді;
 pat – середній за декаду атмосферний тиск, гПа;

2.3. Поточна агрометеорологічна інформація конкретного року

До складу цієї групи входить поточна агрометеорологічна інформація, яка щодавно поповнюється за вегетаційний період конкретного року.

Інформація цієї групи повністю повторює всі дані перераховані в розділі 2.2. Вони нумеруються як пункти 2.3.1 – 2.3.4.

2.4. Параметри моделі. До складу цієї групи входять наступні характеристики:

2.4.1. W_{HB} – найменша вологоємність метрового шару ґрунту, мм;

2.4.2. T_0 – біологічний нуль культури, для якої ведеться розрахунок;

2.4.3. $\sum t_{\text{ef}}$ – сума ефективних температур за період вегетації;

2.4.4. $\sum t_{\text{max1}}$ – сума ефективних температур за період від відновлення вегетації (сходів) до колосіння (викидання волоті);

2.4.5. $\sum t_{\text{max2}}$ – сума ефективних температур за період від відновлення вегетації (сходів) до молочної стиглості;

2.4.6. LAI_{max} – максимальна площа листової поверхні, м²/м²;

2.4.7. $W(0)$ – запаси продуктивної вологи на початок вегетації (початок розрахунків), мм;

2.4.8. SW_{req} – сумарна потреба культури у волозі за вегетаційний період, мм.

Для розрахунків на ПЕОМ створюється файл даних, імя файла «Foto 10.dat»

Вхідна інформація вводиться в програму для розрахунку в такому порядку:

- 1 рядок складається з чотирьох чисел: 1- назва пункту спостережень пишеться буквами, починаючи з другої позиції; 2 – рік проведення розрахунків, пишеться дві останні цифри року через одну позицію після назви пункту; 3 – дата розрахунку, пишеться цифрами через одну позицію після року; 4 - місяць розрахунку, пишеться через одну позицію після дати. (приклад запису першого рядка: Херсон 04 20.6)

- 2 рядок складається з п'яти чисел: n - кількість розрахункових декад, ціле число записується в трьох позиціях; $t_{\text{об}}$ - кількість днів від 21 березня до відновлення вегетації, число ціле записується у трьох позиціях; $N1$ - дата відновлення вегетації, ціле число в трьох позиціях; $N2$ - місяць відновлення вегетації, пишеться арабськими цифрами, ціле число, в трьох позиціях; Ψ - географічна широта пункту спостережень, хвилини виражені в частках градуса. Десятиричне число в шести позиціях, з двома знаками після коми (приклад запису другого рядка: 12 54 13 3 47.40).

- 3 рядок : $W(0)$ – масив запасів продуктивної вологи в напівметровому шарі ґрунту, число ціле, в шести позиціях з одним знаком після коми (приклад запису третього рядка : 110.0 90.0 80.0 71.0 66.0. 61.0 55.0 50.0 45.0 50.0 47.0)

- четвертий рядок: t_s - масив середніх за декаду температур повітря, число в шести позиціях з одним знаком після коми (приклад запису четвертого рядка: 15.9 17.5 18.4 19.6 20.1 21.2 22.3 22.5 22.2 21.3 20.5 19.6);

- 5 рядок – ss – масив кількості годин сонячного сяйва в розрахункових декадах (в середньому за один день декади), число в шести позиціях з одним знаком після коми (приклад запису п'ятого рядка:

9.8 9.1 9.5 9.9 15.2 15.5 10.8 10.6 10.4 10.2 10.6 9.3).

- шостий рядок : dv – масив кількості днів в розрахункових декадах, число ціле в трьох позиціях (приклад запису шостого рядка:

8 11 10 10 10 10 10 11 10 10 10 10).

- сьомий рядок: інформаційний масив (масив inf) містить дев'ять чисел, кожне число кодується у восьми позиціях з двома знаками після коми: (приклад запису:

05.00 1800.00 0600.00 0800.00 05.00 030.00 0400.00 0100.00 0020.00).

inf (1) – T_0 – біологічний нуль культури;

inf (2) - $\sum t_{\text{ef}}$ - сума ефективних температур за період вегетації:

- inf (3) - $\sum t_{\max 1}$, сума ефективних температур від відновлення вегетації до колосіння;
- inf (4) - $\sum t_{\max 2}$, сума ефективних температур від відновлення вегетації до цвітіння;
- inf (5) - LAI_{\max} – максимальна площа листя;
- inf (6) – κ – інтенсивність фотосинтезу при світловому насиченні та нормальній концентрації;
- inf (7) – b – початковий нахил світлової кривої фотосинтезу;
- inf (8) - $W_{\text{нв}}$ – найменша волого місткість метрового шару ґрунту;
- inf (9) - t_{opt}^{Φ} – оптимальна температура процесу фотосинтезу

2.4 Результати розрахунків виводяться у вигляді файлу «Foto10. res» (Додаток Б). Він містить у собі початкову інформацію, а також результати розрахунків по програмі за кожну декаду вегетаційного періоду.

Результати розрахунків видаються у вигляді таблиць (Додаток Б) в наступному порядку.

Спочатку видається початкова інформація для розрахунків.

Потім послідовно за кожну декаду розрахункового періоду виводиться дві розрахункові таблиці (Додаток И), в яких прийнято слідує позначення символів:

Таблиця R.1 містить інформацію про:

- taudn – тривалість світлого часу доби, год.;
- q – сумарну за добу сонячну радіацію, кал/см² доба;

Таблиця 1 містить інформацію про:

- номер розрахункової декади (дек);
- номер розрахункової доби (доба);
- $ts1$ – середня за декаду ефективна температура повітря, °С;
- $ts2$ – сума ефективних температур наростаючим підсумком, °С;
- $J0$ – інтенсивність ФАР на верхній межі посіву, кал/см² хв;
- JL – інтенсивність ФАР в посіві, кал/см² хв;
- $ksifl$ – значення функції впливу температури повітря на інтенсивність фотосинтезу, відносні одиниці.
- $gamf$ – значення функції впливу вологозабезпеченості на інтенсивність фотосинтезу, відносні одиниці.

Таблиця 2 містить інформацію про:

- LL – площа листя посіву, м² / м²;
- $F0L$ – інтенсивність фотосинтезу посіву при оптимальних умовах по температурі повітря та вологозабезпеченості, мг СО₂/дм² год.;
- FtL – інтенсивність фотосинтезу в польових умовах, мг СО₂/дм² год.;
- FL – фотосинтез посіву за добу, г/ м² добу;
- DM – приріст загальної маси посіву за декаду, г/ м² декаду.

Узагальнення одержаних результатів повинне містити аналіз розрахованих величин характеристик фотосинтетичної продуктивності сільськогосподарських культур.

Вхідна інформація

1 МИКОЛАЇВ 04 20.6

12 54 13 3 47.40

115.0 90.0 82.0 72.0 72.0 65.0 63.0 58.0 51.0 48.0

50.0 47.0

14.9 17.2 17.3 19.5 20.0 21.0 21.3 21.5 22.2 21.3
20.5 19.6
8.8 9.2 9.4 9.6 15.2 15.5 10.8 10.6 10.4 10.2
10.6 9.3

Варіант 3

Завдання 1

1. Види моделей: функціональні моделі.

А – Емпіричні, математичні, статичні і динамічні;

Б – Емпіричні і функціональні „статичні і динамічні, детерміністичні і стохастичні моделі

В - Статичні і динамічні, детерміністичні;

Г - Емпіричні, математичні;

2. Змінні моделей: і, параметри, константи.

А - Змінні стану, змінні швидкості, допоміжні змінні, керуючі змінні; параметри і константи – це незалежні від часу кількісні показники і коефіцієнти, які включаються у математичні моделі;

Б - Змінні стану, змінні швидкості, параметри і константи – це незалежні від часу кількісні показники і коефіцієнти, які включаються у математичні моделі;

В- Змінні стану, змінні швидкості, допоміжні змінні, параметри і константи – це залежні від часу кількісні показники і коефіцієнти, які включаються у математичні моделі;

Г - Змінні швидкості, допоміжні змінні, керуючі змінні; параметри і константи – це залежні від часу кількісні показники і коефіцієнти, які включаються у математичні моделі;

3. Формула Росса і Біхеле для розрахунку фотосинтезу.

А - Формула Росса і Біхеле для розрахунку фотосинтезу поєднує залежність фотосинтезу від радіації, концентрації CO_2 і від дифузійних опорів;

Б - Формула Росса і Біхеле для розрахунку фотосинтезу поєднує темнове дихання і ріст;

В - Формула Росса і Біхеле для розрахунку фотосинтезу поєднує жихання підтримку і потенційний фотосинтез.

Г - Формула Росса і Біхеле для розрахунку фотосинтезу інтенсивність фотосинтезу і площу листя.

4. Види моделей: статичні моделі.

А – це моделі, в які не включені змінні часу;

Б - це моделі, в які не включені змінні швидкості;

В - це моделі, в які включені змінні часу;

Г - це моделі, в які не включені змінні часу, змінні швидкості.

5. Змінні моделей, змінні швидкості.

А – Змінні швидкості – це характеристики, які задають процес, що протікає в системі на даний момент;

Б - – Змінні швидкості – це характеристики, які сприяють більш глибокому розумінню об'єкта;

В — Змінні швидкості – це характеристики, які характеризують вхідну інформацію моделі;

Г - Змінні швидкості – це характеристики, які задають процес, що не протікає в системі

на даний момент.

6. Що входить до блоку вхідної агрометеорологічної інформації?

А - середні багаторічні дати настання основних фаз розвитку ярого ячменю та вівса – сходи, вихід у трубку, колосіння, цвітіння, воскова стиглість. середня декадна температури повітря, сума ефективних температур вище 5 °С, сума опадів, середній дефіцит насичення, запаси продуктивної вологи, кількість годин сонячного сяйва, найменша волого місткість, запаси продуктивної вологи в шарі 0-100 см;

Б - середні багаторічні дати настання основних фаз розвитку культури, середня декадна температури повітря, сума опадів, середній дефіцит насичення, запаси продуктивної вологи, кількість годин сонячного сяйва, найменша волого місткість, запаси продуктивної вологи в шарі 0-100 см;

В - середні багаторічні дати настання основних фаз розвитку ярого ячменю та вівса – сходи, вихід у трубку, колосіння, цвітіння, воскова стиглість. середня декадна температури повітря, сума опадів, середній дефіцит насичення, запаси продуктивної вологи, кількість годин сонячного сяйва, найменша волого місткість, запаси продуктивної вологи в шарі 0-100 см;

Г - середні багаторічні та сьогорічні агрометеорологічні спостереження, найменша волого місткість.

7. В чому полягають загальні принципи динамічного моделювання?

А. В основу побудови моделей покладено опис механізмів явища;

Б - В основу побудови моделей покладено теоретичні уявлення про те, що відбувається у природі;

В - В основу побудови моделей покладено фізичний процес, який описує перенесення речовин у рослині;

Г В основу побудови моделей покладено природні взаємозв'язки.

8. Що визначають теплофізичні характеристики ґрунтів?

А.-Теплоємність, теплопровідність, тепло перенесення.;

Б - Теплоємність, теплопровідність;

В – Структура ґрунту;

Г – Вологість ґрунту.

9. Як визначається теплоперенесення у ґрунті?

А – тепло перенесення в ґрунті описується системою рівнянь;

Б – Тепло перенесення в ґрунті має компартментну схему без врахування теплообміну кожного компартмента.

В - Тепло перенесення в ґрунті має компартментну схему з врахуванням теплообміну кожного компартмента.

Г. тепло перенесення в ґрунті визначається товщиною шару і його вологістю.

10. Як визначається вологоперенесення у ґрунті?

А. – волого перенесення в ґрунті описується двома процесами - промочуванням ґрунту і його висушуванням

Б - волого перенесення в ґрунті визначається величиною водного потенціалу;

В - волого перенесення в ґрунті залежить від вологості ґрунту та механічного складу ґрунту;

Г – капілярним пересуванням вологи.

11. . . Коли формується найвища продуктивність рослин?

А - оптимальний за розмірами і по тривалості роботи фотосинтетичний апарат;

Б - досягається найкраща по інтенсивності і по якісній спрямованості його робота в різних фазах росту та розвитку рослин;

В - забезпечується найкраще використання продуктів фотосинтезу з найменшими їх витратами на процеси загального метаболізму і росту;

Г – за умови , що формується оптимальний фотосинтетичний апарат , який має оптимальну інтенсивність та забезпечує найкраще використання продуктів фотосинтезу і при цьому підтримується оптимальним співвідношенням чинників середовища.

12. Чим визначається теплообмін між листком і повітрям?

А – теплообмін визначається поверхнею листка.

Б - Теплообмін він визначається опором ламінарного шару повітря у міжлистковому просторі ;

В – опором примежового шару листка r_a ;

Г – наявністю устячок.

13. Що розуміють під транспірацією рослин?

А – випаровування води листям;

Б - процес дихання;

В -перенесення водяної пари уздовж градієнта концентрації всередині листка до зовнішньої його поверхні і далі у повітря;

Г – процес фотосинтезу.

14. Як відбувається газообмін між листком і повітрям?

А - газообмін між листком і повітрям є результатом протікання в листку процесів фотосинтезу і дихання;

Б- поглинання CO_2 ;

В - через продихові отвори;

Г – через біохімічний процес.

15. Як враховується вплив факторів навколишнього середовища на фотосинтез?

А - через щільність світлового потоку;

Б - вплив факторів навколишнього середовища враховується побічно, в основному через дифузійні опори;

В – визначається через кут нахилу світлової кривої;

Г - через темнове дихання.

16. Як визначається функція впливу температури повітря на інтенсивність фотосинтезу?

А –через температуру повітря та відповідно початкову, нижню і верхню межі оптимальної температури і максимальну температуру процесу фотосинтезу;

Б – через максимальну температуру процесу фотосинтезу;

В – через нижню і верхню межі оптимальної температури;

Г - через температурну криву фотосинтезу, температуру повітря та відповідно початкову, нижню і верхню межі оптимальної температури і максимальну температуру процесу фотосинтезу.

17. Як визначається функція впливу вологозабезпеченості?

А – визначається за даними середньої температури повітря;

Б – визначається за даними запасів продуктивної вологи в шарі 0-50 см,

В - розраховується за даними середньої температури повітря, запасів продуктивної вологи в шарі 0-50 см, найменшої волого місткості;

Г – визначається за даними найменшої волого місткості.

18. Як розраховується сумарний фотосинтез посіву?

- А – розраховується за даними денного фотосинтезу посіву на одиницю площі;
- Б – за даними денного фотосинтезу посіву на одиницю площі, коефіцієнту ефективності фотосинтезу; площі листя; – тривалості дня, ;
- В - коефіцієнту ефективності фотосинтезу; площі листя; тривалості дня, ;
- Г – за даними площі листя; та – тривалості дня.

19. Як розраховується онтогенетична крива фотосинтезу?

- А - розраховується за даними : суми ефективних температур наростаючим підсумком; суми ефективних температур, при якій спостерігається максимальна інтенсивність фотосинтезу листя; початкової інтенсивність фотосинтезу;
- Б - розраховується за даними : суми ефективних температур наростаючим підсумком;
- В - розраховується за даними суми ефективних температур, при якій спостерігається максимальна інтенсивність фотосинтезу листя;
- Г - початкової інтенсивності фотосинтезу по відношенню до максимально можливої величини на початок вегетації.

20. Із яких під блоків складається блок дихання?

- А – дихання фотосинтезу та дихання утворення структурних одиниць;
- Б - дихання, яке пов'язано з підтримкою структурної організації тканин і дихання, що пов'язано з переміщенням речовин, фотосинтезом та створенням нових структурних одиниць;
- В – дихання витрат на підтримку структури та дихання витрат на переміщення речовин;
- Г – витрати на дихання та витрати на суху біомасу.

Завдання 2

Виконати розрахунки фотосинтезу рослинного покриву, за наведеними нижче даними. Для цього використати модель, розроблену А.М. Польовим для розрахунку фотосинтезу на ПЕОМ (додаток А).

2.1 Загальна підготовка початкової інформації для виконання розрахунків

Для виконання розрахунків необхідно підготувати середню по області (або ж по окремій станції) агрометеорологічну інформацію, яка має чотири групи:

- 1) опис області (станції);
- 2) середня багаторічна агрометеорологічна інформація;
- 3) поточна агрометеорологічна інформація конкретного року;
- 4) параметри моделі.
 - 2.1. Опис області (станції). До складу цієї групи входять:
 - 2.1.1. φ – географічна широта центра області (станції), дається в градусах з десятими;
 - 2.1.2. $W_{нв}$ – найменша вологоємність метрового шару ґрунту, мм.
 - 2.2. Середня багаторічна агрометеорологічна інформація. До складу цієї групи входить:
 - 2.2.1. $W(0)$ – запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту на початок розрахунків;
 - 2.2.2. Фенологічні дані – дати настання фаз розвитку: відновлення вегетації (сходи), вихід в трубку, колосіння, цвітіння, молочна стиглість, воскова стиглість. На основі цієї інформації визначається:
 - 2.2.3. n – кількість розрахункових декад від відновлення вегетації (сходів) до воскової стиглості;
 - np – кількість днів в кожній розрахунковій декаді;
 - n_0 – кількість днів від першого січня до відновлення вегетації (сходів);

N1 – дата відновлення вегетації (сходів) – дата місяця, коли наступила фаза;

N2 – порядковий номер місяця, коли наступила фаза відновлення вегетації (сходів):
1 – січень, 2 – лютий і т.д.;

2.2.4. – щодакні за весь період метеорологічні дані:

ts – середня за декаду температура повітря, °С;

tps – середня за декаду температура поверхні ґрунту;

ss – середня за декаду кількість годин сонячного сяйва;

os – сума опадів за декаду, мм;

dww – середній за декаду дефіцит насичення повітря, мб;

dv – кількість днів у розрахунковій декаді;

pat – середній за декаду атмосферний тиск, гПа;

2.3. Поточна агрометеорологічна інформація конкретного року

До складу цієї групи входить поточна агрометеорологічна інформація, яка щодакно поповняється за вегетаційний період конкретного року.

Інформація цієї групи повністю повторює всі дані перераховані в розділі 2.2. Вони нумеруються як пункти 2.3.1 – 2.3.4.

2.4. Параметри моделі. До складу цієї групи входять наступні характеристики:

2.4.1. W_{HB} – найменша вологоємність метрового шару ґрунту, мм;

2.4.2. T_0 – біологічний нуль культури, для якої ведеться розрахунок;

2.4.3. $\sum t_{ef}$ – сума ефективних температур за період вегетації;

2.4.4. $\sum t_{max1}$ – сума ефективних температур за період від відновлення вегетації (сходів) до колосіння (викидання волоті);

2.4.5. $\sum t_{max2}$ – сума ефективних температур за період від відновлення вегетації (сходів) до молочної стиглості;

2.4.6. LAI_{max} – максимальна площа листової поверхні, м²/м²;

2.4.7. $W(0)$ – запаси продуктивної вологи на початок вегетації (початок розрахунків), мм;

2.4.8. SW_{req} – сумарна потреба культури у волозі за вегетаційний період, мм.

Для розрахунків на ПЕОМ створюється файл даних, імя файла «Foto 10.dat»

Вхідна інформація вводиться в програму для розрахунку в такому порядку:

- 1 рядок складається з чотирьох чисел: 1- назва пункту спостережень пишеться буквами, починаючи з другої позиції; 2 – рік проведення розрахунків, пишеться дві останні цифри року через одну позицію після назви пункту; 3 – дата розрахунку, пишеться цифрами через одну позицію після року; 4 - місяць розрахунку, пишеться через одну позицію після дати. (приклад запису першого рядка: Херсон 04 20.6)

- 2 рядок складається з п'яти чисел: n- кількість розрахункових декад, ціле число записується в трьох позиціях; $t_{об}$ - кількість днів від 21 березня до відновлення вегетації, число ціле записується у трьох позиціях; N1 - дата відновлення вегетації, ціле число в трьох позиціях; N2 - місяць відновлення вегетації, пишеться арабськими цифрами, ціле число, в трьох позиціях; Ψ - географічна широта пункту спостережень, хвилини виражені в частках градуса. Десятиричне число в шести позиціях, з двома знаками після коми (приклад запису другого рядка: 12 54 13 3 47.40).

- 3 рядок : $W(0)$ – масив запасів продуктивної вологи в напівметровому шарі ґрунту, число ціле, в шести позиціях з одним знаком після коми (приклад запису третього рядка : 110.0 90.0 80.0 71.0 66.0. 61.0 55.0 50.0 45.0 50.0 47.0)

- четвертий рядок: ts - масив середніх за декаду температур повітря, число в шести позиціях з одним знаком після коми (приклад запису четвертого рядка: 15.9 17.5 18.4 19.6 20.1 21.2 22.3 22.5 22.2 21.3 20.5 19.6);

- 5 рядок – ss – масив кількості годин сонячного сяйва в розрахункових декадах (в

середньому за один день декади), число в шести позиціях з одним знаком після коми (приклад запису *n*'ятого рядка:

9.8 9.1 9.5 9.9 15.2 15.5 10.8 10.6 10.4 10.2 10.6 9.3).

- шостий рядок : dv – масив кількості днів в розрахункових декадах, число ціле в трьох позиціях (приклад запису шостого рядка:

8 11 10 10 10 10 10 11 10 10 10 10).

- сьомий рядок: інформаційний масив (масив inf) містить дев'ять чисел, кожне число кодується у восьми позиціях з двома знаками після коми: (приклад запису:

05.00 1800.00 0600.00 0800.00 05.00 030.00 0400.00 0100.00 0020.00).

inf (1) – T_0 – біологічний ноль культури;

inf (2) - $\sum t_{ef}$ - сума ефективних температур за період вегетації;

inf (3) - $\sum t_{max1}$, сума ефективних температур від відновлення вегетації до колосіння;

inf (4) - $\sum t_{max2}$, сума ефективних температур від відновлення вегетації до цвітіння;

inf (5) - LAI_{max} – максимальна площа листя;

inf (6) – κ – інтенсивність фотосинтезу при світловому насиченні та нормальній концентрації;

inf (7) – b – початковий нахил світлової кривої фотосинтезу;

inf (8) - $W_{нв}$ – найменша волога місткість метрового шару ґрунту;

inf (9) - t_{opt}^{ϕ} – оптимальна температура процесу фотосинтезу.

2.4 Результати розрахунків виводяться у вигляді файлу «Foto10. res» (Додаток Б). Він містить у собі початкову інформацію, а також результати розрахунків по програмі за кожну декаду вегетаційного періоду.

Результати розрахунків видаються у вигляді таблиць (Додаток Б) в наступному порядку.

Спочатку видається початкова інформація для розрахунків.

Потім послідовно за кожну декаду розрахункового періоду виводиться дві розрахункові таблиці (Додаток И), в яких прийнято слідує позначення символів:

Таблиця R.1 містить інформацію про:

– $taudn$ – тривалість світлого часу доби, год.;

– q – сумарну за добу сонячну радіацію, кал/см² доба;

Таблиця 1 містить інформацію про:

– номер розрахункової декади (дек);

– номер розрахункової доби (доба);

– $ts1$ – середня за декаду ефективна температура повітря, °С;

– $ts2$ – сума ефективних температур наростаючим підсумком, °С;

– J_0 – інтенсивність ФАР на верхній межі посіву, кал/см² хв;

– J_L – інтенсивність ФАР в посіві, кал/см² хв;

– $ksifl$ – значення функції впливу температури повітря на інтенсивність фотосинтезу, відносні одиниці.

– $gamf$ – значення функції впливу вологозабезпеченості на інтенсивність фотосинтезу, відносні одиниці.

Таблиця 2 містить інформацію про:

– LL – площа листя посіву, м²/м²;

– F_0L – інтенсивність фотосинтезу посіву при оптимальних умовах по температурі повітря та вологозабезпеченості, мг CO₂/дм² год.;

– FtL – інтенсивність фотосинтезу в польових умовах, мг CO₂/дм² год.;

– FL – фотосинтез посіву за добу, г/м² добу;

– DM – приріст загальної маси посіву за декаду, г/м² декаду.

Узагальнення одержаних результатів повинне містити аналіз розрахованих величин характеристик фотосинтетичної продуктивності сільськогосподарських культур.

Вхідна інформація

1 ХЕРСОН 04 20.6

12 54 13 3 47.40

112.0 90.0 83.0 75.0 73.0 65.0 61.0 56.0 52.0 45.0

50.0 47.0

16.9 17.2 19.3 19.7 21.0 21.2 22.6 22.8 22.2 21.3

20.5 19.6

8.0 9.0 9.2 9.8 16.2 14.5 11.8 10.8 10.4 10.2

10.6 9.3

Варіант 4

Завдання 1

1. Як розраховуються функції репродуктивного періоду?.

- А - з визначення суми температур, з якої починається ріст репродуктивних органів;
- Б - , визначаються суми температур, які необхідні для закінчення росту листя, стебел, коріння, початку росту колосу, настання воскової стиглості;
- В - . визначається сума температур, з якої починається ріст репродуктивного органу – колосу.;
- Г – визначається сума ефективних температур за період від відновлення вегетації до цвітіння; коріння.

2. Які агрометеорологічні дані використовуються в моделях?

- А – середні багаторічні агрометеорологічні дані та такі ж дані поточного року.
- Б - Дані агро кліматичних довідників;
- В – дані спостережень поточного року;
- Г – дані поточного року використовується відповідно до термінів оцінки культури.

3. Який показник використовується для визначення початкових біомас органів рослини?

- А – висота ростил;
- Б - густина рослин на квадратний метр;
- В - площа листя на декаду (сходів);
- Г - дати настання основних фаз розвитку в поточному році.

4. Як розраховуються середні по області запаси продуктивної вологи?

- А – як середня арифметична величина усіх спостережень;
- Б - як середньозважене з врахуванням відсотка площі , яка зайнята культурою
- . В - шляхом простого осереднення даних спостережень усіх агро- та гідрометеорологічних станцій;
- Г - середні вологозапаси по кожному мікрорайону помножити на відсоток площі , яка зайнята культурою в цьому мікрорайоні.

5. Що називається коефіцієнтом ефективності фотосинтезу?

- А - ступінь використання засвоєної CO_2 на побудову біомаси рослин;
- Б – це взаємозв'язок сумарного газообміну з нагромадженням біомаси у рослин.;

- В - це кількість сухої біомаси ,яку рослина утворить протягом доби при засвоєнні одиниці CO_2 ;
- Г - це середня калорійність сухої біомаси.

6. Що означає коефіцієнт корисної дії фітоценозів (ККД)?

- А – це ефективність використання сонячної радіації фітоценозами
- Б - відношенням кількості енергії, запасеної в продуктах фотосинтезу або утвореної у фітомасі урожаю, до кількості поглиненої радіації;
- В – це фотосинтетична активність і економічність дихання самих рослин;
- Г - характеризує ефективність використання рослинами поверхні землі.

7. Від чого залежить калорійність маси рослин?

- А – калорійність рослин залежить від впливу навколишнього середовища на рослини;
- Б – від природно-кліматичної зони;
- В - від адаптації рослин до умов середовища;
- Г – від впливу екстремальних явищ погоди.

8.Що характеризує коефіцієнт господарської ефективності

- А – це показник продуктивності посівів сільськогосподарських культур;
- Б - виражає відношення кількості сухої фітомаси господарської частини урожаю
- В –коефіцієнт господарської ефективності залежить від сорту сільськогосподарських культур і агрометеорологічних умов.
- Г – це теоретично можливий ККД.

9. Яку структуру має модель агро кліматичної оцінки?

- А – блокову;
- Б - систему рівнянь;
- В – блокову з системою рівнянь;
- Г - числову.

10 Скільки груп спостережень входить у блок вхідної інформації?

- А – 6 груп;
- Б – 3 групи;
- В - спостереження без груп;
- Г - 2 групи.

11. Що входить в блок показників сонячної радіації?

- А- інтенсивність сумарної сонячної радіації;
- Б - інтенсивності сумарної сонячної радіації, температури повітря, режим зволоження ґрунту;
- В - ФАР;
- Г - середня за декаду кількість годин сонячного сяйва.

12. За якими даними розраховується режим зволоження на схилах?

- А – за запасами продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–100 см на схилі, мм; коефіцієнтом для перерахунку запасів вологи на схилі;
- Б - запасами продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту на горизонтальній поверхні, мм; запасами продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–100 см на схилі, мм; коефіцієнтом для перерахунку запасів вологи на схилі,
- В - запасами продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту на горизонтальній поверхні, сумою опадів;
- Г - запасами продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту на горизонтальній поверхні, коефіцієнтом для перерахунку запасів вологи на схилі, сумою опадів.

13. Як визначається функція впливу вологості ґрунту на фотосинтез?

- А - знаходиться за даними запасів продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту;
- Б - знаходиться за даними запасів продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту, нижньої та верхньої межі оптимальних запасів продуктивної вологи;
- В - знаходиться за даними нижньої та верхньої межі оптимальних запасів продуктивної вологи;
- Г - знаходиться за оптимальними запасами вологи.

14. Як визначається функція впливу вологозабезпеченості на фотосинтез?

- А – як сполучення двох функцій
- Б - за даними про фактичні запаси вологи і відношення сумарного випаровування посівів до випаровуваності з врахуванням експозиції і крутості схилів;
- В - раховується функція впливу вологості ґрунту на продуктивність рослин (за даними про фактичні запаси вологи);
- Г - враховується відношення сумарного випаровування посівів до випаровуваності з врахуванням експозиції і крутості схилів.

15. Як розраховується узагальнена функція впливу родючості ґрунту і внесення мінеральних та органічних добрив?

А- за формулою $FWM_{ef}^j = \min \{FW_{Org}^j, FW_N^j, FW_P^j, FW_K^j\}$

Б - за формулою $FW_{Gum} = (F_{Gum})^{1,35} \cdot \exp[1,1 \cdot (1 - F_{Gum})]$

В - за формулою $FW_{Org}^j = \left\{ (F_{Org})^{1,35} \cdot \exp[1,1 \cdot (1 - F_{Org})] \right\} \cdot k_{Org}^g \cdot k_{ef}^j$

Г – за формулою $F_{Org} = \frac{O_{rg}}{O_{rg\ opt}}$

16. Що є першочерговою задачею програмування врожаїв?

- А – підвищення ДМВ зерна;
- Б – підвищення рівня ПУ зерна;
- В – підвищення рівня $UB_{зерна}$;
- Г – підвищення урожаїв зерна всіх рівнів.

17. Що характеризує – коефіцієнт реалізації агроекологічного потенціалу?

- А - відношення урожайності у виробництві до потенційної урожайності;
- Б – відношення урожайності до дії різноманітних факторів;
- В - відношення урожайності у виробництві до метеорологічно можливого врожаю;
- Г - відношення урожайності у виробництві до дійсно можливої урожайності

18. Що характеризує ефективність використання агрокліматичних ресурсів?

- А - співвідношення урожайності у виробництві і метеорологічно можливої урожайності ;
- Б - співвідношення урожайності у виробництві і дійсно можливої урожайності;
- В -співвідношення потенційно можливої урожайності до метеорологічно-можливої урожайності;
- Г - співвідношення потенційно можливої урожайності до дійсно можливої урожайності

19. Як розраховується коефіцієнт ефективності використання існуючих агрометеорологічних і ґрунтових умов?

А – за формулою $K_{земл} = UB_{зерна} / ДМУ_{зерна}$;

- Б – за формулою $K_{аек.пот} = UB_{зерна}/ПУ_{зерна}$;
- В – за формулою $K_{акл} = UB_{зерна}/ММУ_{зерна}$,
- Г – за формулою $K_m = ММУ_{зерна}/ПУ_{зерна}$,

20. Яка модель називається детермістичною?

- А - модель, яка має одну перемінну;
- Б – формує прогноз у вигляді числа;
- В – формує прогноз в у вигляді ймовірностей;
- Г – взагалі не формує прогноз.

Завдання 2

Виконати розрахунки фотосинтезу рослинного покриву, за наведеними нижче даними. Для цього використати модель, розроблену А.М. Польовим для розрахунку фотосинтезу на ПЕОМ (додаток А).

2.1 Загальна підготовка початкової інформації для виконання розрахунків

Для виконання розрахунків необхідно підготувати середню по області (або ж по окремій станції) агрометеорологічну інформацію, яка має чотири групи:

- 1) опис області (станції);
- 2) середня багаторічна агрометеорологічна інформація;
- 3) поточна агрометеорологічна інформація конкретного року;
- 4) параметри моделі.
 - 2.1. Опис області (станції). До складу цієї групи входять:
 - 2.1.1. φ – географічна широта центра області (станції), дається в градусах з десятими;
 - 2.1.2. $W_{нв}$ – найменша вологоємність метрового шару ґрунту, мм.
 - 2.2. Середня багаторічна агрометеорологічна інформація. До складу цієї групи входить:
 - 2.2.1. $W(0)$ – запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту на початок розрахунків;
 - 2.2.2. Фенологічні дані – дати настання фаз розвитку: відновлення вегетації (сходи), вихід в трубку, колосіння, цвітіння, молочна стиглість, воскова стиглість. На основі цієї інформації визначається:
 - 2.2.3. n – кількість розрахункових декад від відновлення вегетації (сходів) до воскової стиглості;
 - np – кількість днів в кожній розрахунковій декаді;
 - n_0 – кількість днів від першого січня до відновлення вегетації (сходів);
 - $N1$ – дата відновлення вегетації (сходів) – дата місяця, коли наступила фаза;
 - $N2$ – порядковий номер місяця, коли наступила фаза відновлення вегетації (сходів):
1 – січень, 2 – лютий і т.д.;
 - 2.2.4. – щодакні за весь період метеорологічні дані:
 - t_s – середня за декаду температура повітря, °С;
 - t_{ps} – середня за декаду температура поверхні ґрунту;
 - ss – середня за декаду кількість годин сонячного сяйва;
 - os – сума опадів за декаду, мм;
 - dww – середній за декаду дефіцит насичення повітря, мб;
 - dv – кількість днів у розрахунковій декаді;
 - pat – середній за декаду атмосферний тиск, гПа;

2.3. Поточна агрометеорологічна інформація конкретного року

До складу цієї групи входить поточна агрометеорологічна інформація, яка щодавно поповнюється за вегетаційний період конкретного року.

Інформація цієї групи повністю повторює всі дані перераховані в розділі 2.2. Вони нумеруються як пункти 2.3.1 – 2.3.4.

2.4. Параметри моделі. До складу цієї групи входять наступні характеристики:

2.4.1. W_{HB} – найменша вологемісткість метрового шару ґрунту, мм;

2.4.2. T_0 – біологічний нуль культури, для якої ведеться розрахунок;

2.4.3. $\sum t_{ef}$ – сума ефективних температур за період вегетації;

2.4.4. $\sum t_{max1}$ – сума ефективних температур за період від відновлення вегетації (сходів) до колосіння (викидання волоті);

2.4.5. $\sum t_{max2}$ – сума ефективних температур за період від відновлення вегетації (сходів) до молочної стиглості;

2.4.6. LAI_{max} – максимальна площа листової поверхні, м²/м²;

2.4.7. $W(0)$ – запаси продуктивної вологи на початок вегетації (початок розрахунків), мм;

2.4.8. SW_{req} – сумарна потреба культури у волозі за вегетаційний період, мм.

Для розрахунків на ПЕОМ створюється файл даних, імя файла «Foto 10.dat»

Вхідна інформація вводиться в програму для розрахунку в такому порядку:

- 1 рядок складається з чотирьох чисел: 1- назва пункту спостережень пишеться буквами, починаючи з другої позиції; 2 – рік проведення розрахунків, пишеться дві останні цифри року через одну позицію після назви пункту; 3 – дата розрахунку, пишеться цифрами через одну позицію після року; 4 - місяць розрахунку, пишеться через одну позицію після дати. (приклад запису першого рядка: Херсон 04 20.6)

- 2 рядок складається з п'яти чисел: n - кількість розрахункових декад, ціле число записується в трьох позиціях; $t_{об}$ - кількість днів від 21 березня до відновлення вегетації, число ціле записується у трьох позиціях; $N1$ - дата відновлення вегетації, ціле число в трьох позиціях; $N2$ - місяць відновлення вегетації, пишеться арабськими цифрами, ціле число, в трьох позиціях; Ψ - географічна широта пункту спостережень, хвилини виражені в частках градуса. Десятиричне число в шести позиціях, з двома знаками після коми (приклад запису другого рядка: 12 54 13 3 47.40).

- 3 рядок : $W(0)$ – масив запасів продуктивної вологи в напівметровому шарі ґрунту, число ціле, в шести позиціях з одним знаком після коми (приклад запису третього рядка : 110.0 90.0 80.0 71.0 66.0. 61.0 55.0 50.0 45.0 50.0 47.0)

- четвертий рядок: t_s - масив середніх за декаду температур повітря, число в шести позиціях з одним знаком після коми (приклад запису четвертого рядка: 15.9 17.5 18.4 19.6 20.1 21.2 22.3 22.5 22.2 21.3 20.5 19.6);

- 5 рядок – ss – масив кількості годин сонячного сяйва в розрахункових декадах (в середньому за один день декади), число в шести позиціях з одним знаком після коми (приклад запису п'ятого рядка:

9.8 9.1 9.5 9.9 15.2 15.5 10.8 10.6 10.4 10.2 10.6 9.3).

- шостий рядок : dv – масив кількості днів в розрахункових декадах, число ціле в трьох позиціях (приклад запису шостого рядка:

8 11 10 10 10 10 10 11 10 10 10 10).

- сьомий рядок: інформаційний масив (масив inf) містить дев'ять чисел, кожне число кодується у восьми позиціях з двома знаками після коми: (приклад запису:

05.00 1800.00 0600.00 0800.00 05.00 030.00 0400.00 0100.00 0020.00).

inf (1) – T_0 – біологічний нуль культури;

inf (2) - $\sum t_{ef}$ - сума ефективних температур за період вегетації;

inf (3) - $\sum t_{max1}$, сума ефективних температур від відновлення вегетації до колосіння;

inf (4) - $\sum t_{max2}$, сума ефективних температур від відновлення вегетації до

цвітіння;

inf (5) - LAI_{max} – максимальна площа листя;

inf (6) – κ – інтенсивність фотосинтезу при світловому насиченні та нормальній концентрації;

inf (7) – b – початковий нахил світлової кривої фотосинтезу;

inf (8) - $W_{нв}$ – найменша волого місткість метрового шару ґрунту;

inf (9) - t_{opt}^{ϕ} – оптимальна температура процесу фотосинтезу.

2.4 Результати розрахунків виводяться у вигляді файлу «Foto10. res» (Додаток Б). Він містить у собі початкову інформацію, а також результати розрахунків по програмі за кожну декаду вегетаційного періоду.

Результати розрахунків видаються у вигляді таблиць (Додаток Б) в наступному порядку.

Спочатку видається початкова інформація для розрахунків.

Потім послідовно за кожну декаду розрахункового періоду виводиться дві розрахункові таблиці (Додаток И), в яких прийнято слідує позначення символів:

Таблиця R.1 містить інформацію про:

– $taudn$ – тривалість світлого часу доби, год.;

– q – сумарну за добу сонячну радіацію, кал/см² доба;

Таблиця 1 містить інформацію про:

– номер розрахункової декади (дек);

– номер розрахункової доби (доба);

– $ts1$ – середня за декаду ефективна температура повітря, °С;

– $ts2$ – сума ефективних температур наростаючим підсумком, °С;

– $J0$ – інтенсивність ФАР на верхній межі посіву, кал/см² хв;

– JL – інтенсивність ФАР в посіві, кал/см² хв;

– $ksifl$ – значення функції впливу температури повітря на інтенсивність фотосинтезу, відносні одиниці.

– $gamf$ – значення функції впливу вологозабезпеченості на інтенсивність фотосинтезу, відносні одиниці.

Таблиця 2 містить інформацію про:

– LL – площа листя посіву, м²/ м²;

– $F0L$ – інтенсивність фотосинтезу посіву при оптимальних умовах по температурі повітря та вологозабезпеченості, мг CO₂/дм² год.;

– FtL – інтенсивність фотосинтезу в польових умовах, мг CO₂/дм² год.;

– FL – фотосинтез посіву за добу, г/ м² добу;

– DM – приріст загальної маси посіву за декаду, г/ м² декаду.

Узагальнення одержаних результатів повинне містити аналіз розрахованих величин характеристик фотосинтетичної продуктивності сільськогосподарських культур.

Вхідна інформація

1 ОДЕСА 04 20.6

12 54 13 3 47.40

105.0 85.0 75.0 60.0 60.0 60.0 60.0 50.0 50.0 45.0

50.0 47.0

15.9 17.2 18.3 19.1 20.0 21.2 22.3 22.5 22.2 21.3

20.5 19.6

8.8 9.1 9.5 9.9 15.2 15.5 10.8 10.6 10.4 10.2

10.6 9.3

Варіант 5

Завдання 1

1. В чому полягають властивості формалізації при використанні детерміністичної моделі?

- А - швидко зростаюча складність;
- Б - невизначеність у поведженні системи;
- В - прогноз подається у вигляді числа;
- Г – прогноз подається у вигляді ймовірності.

2. Що є першочерговою задачею програмування врожаїв?

- А – підвищення ДМВ зерна;
- Б – підвищення рівня ПУ зерна;
- В – підвищення рівня $UB_{зерна}$;
- Г – підвищення урожаїв зерна всіх рівнів.

3. Що характеризує – коефіцієнт реалізації агроекологічного потенціалу?

- А - відношення урожайності у виробництві до потенційної урожайності;
- Б – відношення урожайності до дії різноманітних факторів;
- В - відношення урожайності у виробництві до метеорологічно можливого врожаю;
- Г - відношення урожайності у виробництві до дійсно можливої урожайності

4. Що характеризує ефективність використання агрокліматичних ресурсів?

- А - співвідношення урожайності у виробництві і метеорологічно можливої урожайності ;
- Б - співвідношення урожайності у виробництві і дійсно можливої урожайності;
- В -співвідношення потенційно можливої урожайності до метеорологічно-можливої урожайності;
- Г - співвідношення потенційно можливої урожайності до дійсно можливої урожайності

5. Як розраховується коефіцієнт ефективності використання існуючих агрометеорологічних і ґрунтових умов?

- А – за формулою $K_{земл} = UB_{зерна}/ДМУ_{зерна}$;
- Б – за формулою $K_{аек.пот} = UB_{зерна}/ПУ_{зерна}$;
- В – за формулою $K_{акл} = UB_{зерна}/ММУ_{зерна}$,
- Г – за формулою $K_m = ММУ_{зерна}/ПУ_{зерна}$,

6. .Що лежить в основі продукційного процесу рослин?

- А – фотосинтез;
- Б – темнове дихання;
- В – світлове дихання;
- Г – вплив навколишнього середовища.

7.Як визначається функція впливу температури на продукційний процес?

- А – за даними темпертемпературної кривої фотосинтезу, середньо декадної температури повітря, та темпертемператури початку фотосинтезу.
- Б - за значення нижньої і верхньої межі температурного оптимуму для фотосинтезу;
- В - за даними темпертемпературної кривої фотосинтезу;
- Г - за даними середньо декадної температури повітря.

8. Що входить до параметрів блоку фотосинтезу.?

- А - параметри агрометеорологічного блоку,

- Б - параметри світлової кривої фотосинтезу та функції впливу температури повітря і вологості ґрунту на інтенсивність фотосинтезу;
- В – параметр нахилу світлової кривої фотосинтезу;
- Г - параметри для розрахунку динаміки біомаси окремих органів.

9. Як враховується вплив температури повітря на інтенсивність фотосинтезу?

- А - через температурну криву фотосинтезу ;
- Б - через оптимальні середньодобові температури повітря;
- В - через температуру світлої пори доби;
- Г - через крайні та оптимальні середньодобові температури.

10. Як враховується вплив вологості ґрунту на інтенсивність фотосинтезу?

- А – через запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0 – 50 см; найменшу вологу місткість ґрунту в шарі ґрунту 0 – 50 см;
- Б - через найвищі запаси вологи в ґрунті в шарі 0 – 50 см;
- В - через середні запаси продуктивної вологи за будь-який період;
- Г - через запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту.

11. Як враховується фізіологічний вік листя при розрахунках фотосинтезу?

- А – через положення максимуму онтогенетичної кривої фотосинтезу;
- Б - через онтогенетичну криву фотосинтезу;
- В - через темпи розвитку рослин на конкретній території.
- Г - через багаторічну суму ефективних температур вище 5 градусів.

12. Які дані необхідні для розрахунку фотосинтезу в онтогенезі?

- А - інтенсивність фотосинтезу в реальних умовах навколишнього середовища, онтогенетична крива фотосинтезу; функції впливу факторів навколишнього середовища;
- Б - значення денного фотосинтезу посів на одиницю площі, коефіцієнт ефективності фотосинтезу, площа листя та тривалість дня;
- В - тривалість сонячного саява, – полуденна висота Сонця;
- Г - поглинена сонячна радіація, емпірична стала величина, площа листя.

13. Із яких під блоків складається блок дихання?

- А – дихання фотосинтезу та дихання утворення структурних одиниць;
- Б - дихання, яке пов'язано з підтримкою структурної організації тканин і дихання, що пов'язано з переміщенням речовин, фотосинтезом та створенням нових структурних одиниць;
- В – дихання витрат на підтримку структури та дихання витрат на переміщення речовин;
- Г – витрати на дихання та витрати на суху біомасу.

14. Що запропоновано як основа в сучасних динамічних моделях Ю.К. Роса?

- А - Система диференціальних рівнянь для опису росту органів рослини;
- Б – система ростових функцій;
- В – онтогенетична крива дихання;
- Г - ростова функція репродуктивного періоду.

15. Що є основою для опису динаміки росту сухої біомаси окремих органів в моделі А.М. Польового?

- А - – приріст біомаси вегетативного (репродуктивного) органа;
- Б - функціонуюча біомаса *i*-го вегетативного (репродуктивного) органа;
- В – приріст сухої біомаси зерна;

Г - максимально можлива в реальних умовах швидкість приросту сухої біомаси зерна.

16. Що уявляє собою процес формування врожаю?

А - Процес формування урожаю представляє сукупність фізіологічних процесів, інтенсивність яких визначається біологічними особливостями рослин, факторами навколишнього середовища, взаємозв'язком між самими процесами.

Б – Процес формування урожаю представляє біологічні особливості рослин;

В – Процес формування урожаю представляє сукупність багатьох фізіологічних процесів і факторів навколишнього середовища;

Г - Процес формування урожаю представляє складну сукупність багатьох фізіологічних процесів, інтенсивність яких визначається факторами навколишнього середовища.

17. Як розраховується сумарний фотосинтез посіву?

А – розраховується за даними денного фотосинтезу посіву на одиницю площі;

Б – за даними денного фотосинтезу посіву на одиницю площі, коефіцієнту ефективності фотосинтезу; площі листя; – тривалості дня, ;

В - коефіцієнту ефективності фотосинтезу; площі листя; тривалості дня, ;

Г – за даними площі листя; та – тривалості дня.

18. Як розраховується онтогенетична крива фотосинтезу?

А - розраховується за даними : суми ефективних температур наростаючим підсумком; суми ефективних температур, при якій спостерігається максимальна інтенсивність фотосинтезу листя; початкової інтенсивності фотосинтезу;

Б - розраховується за даними : суми ефективних температур наростаючим підсумком;

В - розраховується за даними суми ефективних температур, при якій спостерігається максимальна інтенсивність фотосинтезу листя;

Г - початкової інтенсивності фотосинтезу по відношенню до максимально можливої величини на початок вегетації.

19. Чим визначається теплообмін між листком і повітрям?

А – теплообмін визначається поверхнею листка.

Б - Теплообмін він визначається опором ламінарного шару повітря у міжлистковому просторі ;

В — опором примежового шару листка r_a ;

Г – наявністю устячок.

20. Що розуміють під транспірацією рослин?

А – випаровування води листям;

Б - процес дихання;

В -перенесення водяної пари уздовж градієнта концентрації всередині листка до зовнішньої його поверхні і далі у повітря;

Г – процес фотосинтезу.

Завдання 2

Виконати розрахунки нтесивності фотосинтезу за моделлю.

2.1 Загальна підготовка початкової інформації для виконання розрахунків

Для виконання розрахунків необхідно підготувати середню по області (або ж по окремій станції) агрометеорологічну інформацію, яка має чотири групи (Додаток А):

1) опис області (станції);

2) середня багаторічна агрометеорологічна інформація;

3) поточна агрометеорологічна інформація конкретного року;

4) параметри моделі.

2.1. Опис області (станції). До складу цієї групи входять:

- 2.1.1. φ – географічна широта центра області (станції), дається в градусах з десятинами;
- 2.1.2. $W_{\text{нв}}$ – найменша вологоємність метрового шару ґрунту, мм.
- 2.2. Середня багаторічна агрометеорологічна інформація. До складу цієї групи входить:
- 2.2.1. $W(0)$ – запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту на початок розрахунків;
- 2.2.2. Фенологічні дані – дати настання фаз розвитку: відновлення вегетації (сходи), вихід в трубку, колосіння, цвітіння, молочна стиглість, воскова стиглість. На основі цієї інформації визначається:
- 2.2.3. n – кількість розрахункових декад від відновлення вегетації (сходів) до воскової стиглості;
 np – кількість днів в кожній розрахунковій декаді;
 n_0 – кількість днів від першого січня до відновлення вегетації (сходів);
 $N1$ – дата відновлення вегетації (сходів) – дата місяця, коли наступила фаза;
 $N2$ – порядковий номер місяця, коли наступила фаза відновлення вегетації (сходів):
 1 – січень, 2 – лютий і т.д.;
- 2.2.4. – щодакдані за весь період метеорологічні дані:
 t_s – середня за декаду температура повітря, °С;
 t_{ps} – середня за декаду температура поверхні ґрунту;
 ss – середня за декаду кількість годин сонячного сяйва;
 os – сума опадів за декаду, мм;
 dww – середній за декаду дефіцит насичення повітря, мб;
 dv – кількість днів у розрахунковій декаді;
 pat – середній за декаду атмосферний тиск, гПа;

2.3. Поточна агрометеорологічна інформація конкретного року

До складу цієї групи входить поточна агрометеорологічна інформація, яка щодакдно поповняється за вегетаційний період конкретного року.

Інформація цієї групи повністю повторює всі дані перераховані в розділі 2.2. Вони нумеруються як пункти 2.3.1 – 2.3.4.

2.4. Параметри моделі. До складу цієї групи входять наступні характеристики:

- 2.4.1. $W_{\text{нв}}$ – найменша вологоємність метрового шару ґрунту, мм;
- 2.4.2. T_0 – біологічний нуль культури, для якої ведеться розрахунок;
- 2.4.3. $\sum t_{\text{еф}}$ – сума ефективних температур за період вегетації;
- 2.4.4. $\sum t_{\text{max1}}$ – сума ефективних температур за період від відновлення вегетації (сходів) до колосіння (викидання волоті);
- 2.4.5. $\sum t_{\text{max2}}$ – сума ефективних температур за період від відновлення вегетації (сходів) до молочної стиглості;
- 2.4.6. LAI_{max} – максимальна площа листової поверхні, $\text{м}^2/\text{м}^2$;
- 2.4.7. $W(0)$ – запаси продуктивної вологи на початок вегетації (початок розрахунків), мм;
- 2.4.8. SW_{req} – сумарна потреба культури у волозі за вегетаційний період, мм.

Для розрахунків на ПЕОМ створюється файл даних, імя файла «Foto 10.dat»

Вхідна інформація вводиться в програму для розрахунку в такому порядку:

- 1 рядок складається з чотирьох чисел: 1- назва пункту спостережень пишеться буквами, починаючи з другої позиції; 2 – рік проведення розрахунків, пишеться дві останні цифри року через одну позицію після назви пункту; 3 – дата розрахунку, пишеться

цифрами через одну позицію після року; 4 - місяць розрахунку, пишеться через одну позицію після дати. (приклад запису першого рядка: Херсон 04 20.6)

- 2 рядок складається з п'яти чисел: n - кількість розрахункових декад, ціле число записується в трьох позиціях; $t_{об}$ - кількість днів від 21 березня до відновлення вегетації, число ціле записується у трьох позиціях; $N1$ - дата відновлення вегетації, ціле число в трьох позиціях; $N2$ - місяць відновлення вегетації, пишеться арабськими цифрами, ціле число, в трьох позиціях; Ψ - географічна широта пункту спостережень, хвилини виражені в частках градуса. Десятиричне число в шести позиціях, з двома знаками після коми (приклад запису другого рядка: 12 54 13 3 47.40).

- 3 рядок : $W(0)$ – масив запасів продуктивної вологи в напівметровому шарі ґрунту, число ціле, в шести позиціях з одним знаком після коми (приклад запису третього рядка :

110.0 90.0 80.0 71.0 66.0 61.0 55.0 50.0 45.0 50.0 47.0)

- четвертий рядок: t_s - масив середніх за декаду температур повітря, число в шести позиціях з одним знаком після коми (приклад запису четвертого рядка: 15.9 17.5 18.4 19.6 20.1 21.2 22.3 22.5 22.2 21.3 20.5 19.6);

- 5 рядок – ss – масив кількості годин сонячного сйва в розрахункових декадах (в середньому за один день декади), число в шести позиціях з одним знаком після коми (приклад запису п'ятого рядка:

9.8 9.1 9.5 9.9 15.2 15.5 10.8 10.6 10.4 10.2 10.6 9.3).

- шостий рядок : dv – масив кількості днів в розрахункових декадах, число ціле в трьох позиціях (приклад запису шостого рядка:

8 11 10 10 10 10 10 11 10 10 10 10).

- сьомий рядок: інформаційний масив (масив inf) містить дев'ять чисел, кожне число кодується у восьми позиціях з двома знаками після коми: (приклад запису:

05.00 1800.00 0600.00 0800.00 05.00 030.00 0400.00 0100.00 0020.00).

inf (1) – T_0 – біологічний ноль культури;

inf (2) - $\sum t_{ef}$ - сума ефективних температур за період вегетації;

inf (3) - $\sum t_{max1}$, сума ефективних температур від відновлення вегетації до колосіння;

inf (4) - $\sum t_{max2}$, сума ефективних температур від відновлення вегетації до цвітіння;

inf (5) - LAI_{max} – максимальна площа листя;

inf (6) – κ – інтенсивність фотосинтезу при світловому насиченні та нормальній концентрації;

inf (7) – b – початковий нахил світлової кривої фотосинтезу;

inf (8) - $W_{нв}$ – найменша волога місткість метрового шару ґрунту;

inf (9) - t_{opt}^{ϕ} – оптимальна температура процесу фотосинтезу.

2.4 Результати розрахунків виводяться у вигляді файлу «Foto10. res» (Додаток Б). Він містить у собі початкову інформацію, а також результати розрахунків по програмі за кожну декаду вегетаційного періоду.

Результати розрахунків видаються у вигляді таблиць (Додаток Б) в наступному порядку.

Спочатку видається початкова інформація для розрахунків.

Потім послідовно за кожну декаду розрахункового періоду виводиться дві розрахункові таблиці (Додаток И), в яких прийнято слідує позначення символів:

Таблиця R.1 містить інформацію про:

– $taudn$ – тривалість світлого часу доби, год.;

– q – сумарну за добу сонячну радіацію, кал/см² доба;

Таблиця 1 містить інформацію про:

– номер розрахункової декади (дек);

- номер розрахункової доби (доба);
- ts_1 – середня за декаду ефективна температура повітря, °C;
- ts_2 – сума ефективних температур наростаючим підсумком, °C;
- J_0 – інтенсивність ФАР на верхній межі посіву, кал/см² хв;
- J_L – інтенсивність ФАР в посіві, кал/см² хв;
- $ksifl$ – значення функції впливу температури повітря на інтенсивність фотосинтезу, відносні одиниці.
- $gamf$ – значення функції впливу вологозабезпеченості на інтенсивність фотосинтезу, відносні одиниці.

Таблиця 2 містить інформацію про:

- LL – площа листя посіву, м²/м²;
- F_0L – інтенсивність фотосинтезу посіву при оптимальних умовах по температурі повітря та вологозабезпеченості, мг CO₂/дм² год.;
- FtL – інтенсивність фотосинтезу в польових умовах, мг CO₂/дм² год.;
- FL – фотосинтез посіву за добу, г/м² добу;
- DM – приріст загальної маси посіву за декаду, г/м² декаду.

Узагальнення одержаних результатів повинне містити аналіз розрахованих величин характеристик фотосинтетичної продуктивності сільськогосподарських культур.

Вхідна інформація

1 МИКОЛАЇВ 04 20.6

12 54 13 3 47.40

115.0 90.0 82.0 72.0 72.0 65.0 63.0 58.0 51.0 48.0

50.0 47.0

14.9 17.2 17.3 19.5 20.0 21.0 21.3 21.5 22.2 21.3

20.5 19.6

8.8 9.2 9.4 9.6 15.2 15.5 10.8 10.6 10.4 10.2

10.6 9.3

4. ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЗНАТЬ ТА ВМІНЬ СТУДЕНТІВ

Контроль знань та вмінь студентів, що навчаються за заочною формою, здійснюється за допомогою системи контрольних заходів. Вони складаються з заходів *поточного* та *підсумкового* контролю.

4.1. Поточний контроль здійснюється на протязі навчального курсу (семестру) за наступними формами:

- перевірка контрольної роботи (курсової роботи (проекту), реферату, розрахунково-графічної роботи), яка виконується у міжсесійний період;
- перевірка знань та вмінь студента під час аудиторних занять протягом заліково-екзаменаційної сесії.

Форма та кількість контролюючих заходів поточного контролю визначаються робочим навчальним планом та робочою програмою дисципліни. Максимальна сума балів, яку може отримати студент за кожний захід поточного контролю не регламентується, а визначається викладачем. Сума міжсесійної (ОМ) та сесійної оцінки (ОЗЕ) становить загальну оцінку

поточного контролю. Методика оцінки усіх видів поточного контролю обов'язково включається до робочих програм дисциплін.

4.2 Оцінка виконання СРС та ІСР у міжсесійний період (ОМ), визначається:

4.2.1 Шляхом перевірки контрольних робіт, передбачених програмою дисципліни, при визначенні якої враховується наступне:

- відповідність кількості контрольних робіт навчальному плану;
- термін представлення контрольної роботи (на протязі семестру, перед початком заліково-екзаменаційної сесії, безпосередньо перед датою контролюючого заходу);
- відповідність змісту та кількості завдань з теоретичної та практичної частин навчальній програмі дисципліни (кількість завдань не може бути менше кількості змістовних модулів, кількість яких повинна відповідати кількості змістовних модулів для студентів денної форми навчання);
- оформлення контрольної роботи згідно ДСТУ.

Кожне завдання (питання) контрольної роботи, яка виконана в міжсесійний період повинно бути оцінено кількісно кожним викладачем в залежності від його складності. Методика оцінювання завдань (питань) контрольної роботи вказується у робочій програмі. Уся контрольна робота повинна бути оцінена за наступною шкалою:

90-100% від максимально можливої кількості балів – бездоганна вичерпна відповідь на всі завдання, оформлення контрольної роботи згідно ДСТУ, контрольна робота здана у встановлені терміни;

74-89,9% -//- – надані відповіді на всі завдання є правильними, але не є повними;

60-73,9% -//- – надані відповіді на 2/3 завдань є правильними, але не повними;

< 60% -//- – надані відповіді тільки на 1/3 завдань або відповіді на поставлені питання є помилковими, контрольна робота не оформлена згідно ДСТУ.

Студенти, які виконали міжсесійну контрольну роботу та отримали за результатами перевірки не менше ніж 60% мають допуск до екзамену, або заліку з дисципліни.

Студенти, які не отримали за контрольну роботу мінімальної кількості балів (> 60%), повинні виконати інший варіант контрольної роботи або виправити помилки попереднього варіанту та отримати відповідну кількість балів для допуску до екзамену (або здачі заліку).

4.2.2 До суми балів за аудиторні заняття (теоретичну та практичну частину дисципліни) під час заліково-екзаменаційної сесії (ОЗЕ) входять оцінки виконання студентом всіх видів підготовки, які передбачені робочою програмою дисципліни, зокрема:

- лабораторні;
- семінарські;

– практичні заняття.

4.2.3 При оцінці заходів контролю СРС під час проведення аудиторних занять за період сесії враховується:

- ритмічність роботи студента на протязі занять (присутність його на заняттях за розкладом);
- повнота та якість розкриття окремих питань;
- якість розрахунків та графічних побудов, достовірність отриманих висновків;
- оцінка захисту окремих розділів та завдань у цілому.

Методика всіх видів підготовки розробляється викладачами на підставі «Положення про організацію та контроль самостійної та індивідуальної роботи знань студентів в Одеському державному екологічному університеті» та обов'язково включається до робочої програми дисципліни.

4.2.4 Якщо студент, який на дату контролюючого заходу не має заборгованості по виконанню міжсесійних та сесійних контролюючих заходів, то:

а) по дисципліні, яка завершується заліком:

- має інтегральну суму балів з урахуванням результатів залікової контрольної роботи, достатню для отримання позитивної оцінки, то викладач виставляє якісну оцінку у заліково-екзаменаційній відомості, яке видається деканатом заочного факультету;
- має інтегральну суму балів, недостатню для отримання позитивної оцінки (менше 60%), то він має можливість скласти письмовий залік по тестових завданнях, що розроблені на кафедрах за процедурою, яка визначена у «Положенні про проведення підсумкового контролю знань студентів».

4.3 Методика проведення підсумкового контролю

4.3.1 Накопичувальний підсумковий контроль в університеті проводиться на основі накопиченої (інтегральної) суми балів, яку отримав студент по підсумках поточного контролю та підсумкового контролю (залік або екзамен).

Накопичена підсумкова оцінка (ПО) засвоєння студентом навчальної дисципліни складається з:

- системи оцінювання самостійної роботи студента у міжсесійний період (ОМ – оцінка міжсесійна);
- системи оцінювання СРС при проведенні аудиторних занять за дисципліною під час заліково-екзаменаційної сесії (ОЗЕ – оцінка сесійна);
- оцінювання заходу підсумкового контролю, який виконується в період заліково-екзаменаційної сесії (ОПК – екзамен).

4.3.2 Накопичувальний підсумковий контроль (ПО) передбачає дві форми оцінювання успішності засвоєння студентом навчального матеріалу дисципліни:

- кількісна оцінка (бал успішності);
- якісна оцінка.

Кількісна оцінка (бал успішності) – це відсоток, який становить інтегральна сума балів, отриманих студентом на контролюючих заходах, по відношенню до максимально можливої суми балів, що встановлена робочою програмою дисципліни.

Якісна оцінка – це оцінка, яка виставляється на підставі кількісної оцінки (бал успішності) за будь-якою якісною шкалою. На цей час в університеті використовуються такі шкали якісних оцінок:

- **чотирьохбальна** (відмінно, добре, задовільно, незадовільно) – для форми семестрового (річного) контролю у вигляді семестрового (річного) екзамену;
- **двобальна** (зараховано, не зараховано) – для форми семестрового (річного) контролю у вигляді семестрового (річного) заліку.
- **семибальна** шкала оцінювання ECTS – використовується при кредитно-модульній системі організації навчального процесу як для семестрового екзамену, так й для семестрового заліку.

Перехід від кількісної оцінки до якісної оцінки здійснюється відповідно до таблиць:

Інтегральна сума балів	Якісна оцінка з екзамену	Якісна оцінка з заліку
< 60% від максимальної суми	незадовільно	незараховано
60-73,9% від максимальної суми	задовільно	зараховано
74-89,9% від максимальної суми	добре	
90-100% від максимальної суми	відмінно	

Оцінка за шкалою ECTS виставляється відповідно наведеної таблиці:

Сума балів	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		екзамен	залік
90-100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D		
60-63	E	задовільно	не зараховано
35-59	FX	незадовільно	

Залік – це форма підсумкового семестрового (річного) заходу, який полягає в оцінці засвоєння студентом навчального матеріалу (вмінь та навичок) виключно **на підставі кількісної оцінки** результатів виконання

ним видів робіт на аудиторних заняттях, передбачених робочою навчальною програмою дисципліни та за умови виконання міжсесійної контрольної роботи не менше ніж на 60% та **оцінки залікової контрольної роботи**. Оцінка успішності виконання студентом цього заходу здійснюється у формі **якісної та кількісної шкалах**.

4.3.3 Студент вважається допущеним до підсумкового контролю (ОПК) з конкретної навчальної дисципліни, якщо він виконав всі види робіт поточного контролю (ОМ+ОЗЕ), передбачені робочою навчальною програмою дисципліни і набрав за накопичувальною системою суму балів не менше 50% від максимально можливої за дисципліну, в т.ч. захистив курсовий проект (роботу, реферат, розрахунково-графічну роботу), якщо він передбачений навчальним планом та програмою дисципліни, своєчасно виконав міжсесійні контрольні роботи, та виконав залікову контрольну роботу не менш 50% від максимально можливої суми балів для дисципліни, яка закінчується заліком.

4.3.4 Підсумковий контроль (ОПК) здійснюється під час екзамену або заліку, який організовується та оцінюються згідно «Інструкції про порядок проведення та критерії оцінювання відповідей студентів ОДЕКУ під час письмових екзаменів» (від 11.10.2010 р.). Оцінки підсумкового контролю виставляються викладачем в «Інтегральній відомості оцінки знань студентів» у вигляді кількісної оцінки (бала успішності).

4.4 Накопичена підсумкова оцінка (ПО) засвоєння студентом заочної форми навчання навчальної дисципліни розраховується для дисциплін, що закінчуються заліком та **обов'язково включає оцінку залікової контрольної роботи** за:

$$ПО = 0,75 \times [0,5 \times (ОЗЕ + ОМ)] + 0,25 \times ОЗКР \quad (2)$$

де ОЗЕ – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) заходів контролю СРС під час проведення аудиторних занять;

ОМ – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) заходів контролю СРС у міжсесійний період;

ОЗКР – оцінка залікової контрольної роботи.

Додаток А

Приклад створення файлу вхідної інформації «RadW7.dat» для виконання розрахунків

1
VINNIZA sr 20.3
11102 28 3 49.14
03.7 07.1 08.5 10.9 13.3 15.2 15.5 16.9 18.2 18.2 19.9
5.1 05.1 05.1 6.9 09.0 09.1 08.9 08.7 08.4 09.0 09.1
10.0 13.0 17.0 17.0 12.0 15.0 26.0 30.0 27.0 29.0 33.0
4.0 04.0 04.0 05.0 07.0 07.0 07.0 07.0 07.0 07.0 08.0
03 10 10 10 10 10 11 10 10 10 10
184.000 5.000 803.000 385.000 385.000 004.500 140.000 532.000 4.000

ДОДАТОК Б

Приклад: Вихідні дані результатів розрахунків за моделлю «Foto10.f» – файл «Foto10.res»

=====

МОДЕЛЬ РОЗРАХУНКУ ФОТОСИНТЕЗУ ПОСІВІВ С.- Г. КУЛЬТУР

=====

ВХІДНА ІНФОРМАЦІЯ

VINNIZA sr 20
11 87 28 1 49.14
174.0 173.0 169.0 166.0 151.0 134.0 126.0 122.0 117.0 110.0
108.0
3.7 7.1 8.5 10.9 13.3 15.2 15.5 16.9 18.2 18.2
19.9
5.1 5.1 5.1 6.9 9.0 9.1 8.9 8.7 8.4 9.0
9.1
3 10 10 10 10 10 11 10 10 10 10

5.00 940.00 250.00 400.00 5.00 35.00 400.00 184.00 20.00

=====

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКІВ

=====

ТАБЛИЦЯ 1 ВПЛИВАЮЧІ АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ

iДек iДоба i ts1 i ts2 i J0 i JL i ksifl i gamf i

i 1	i 3	0.0	i 0.0	i 0.19	i 0.18	i 0.30	i 1.00
i 2	i 13	2.1	i 21.0	i 0.19	i 0.17	i 0.30	i 1.00
i 3	i 23	3.5	i 56.0	i 0.20	i 0.15	i 0.30	i 1.00
i 4	i 33	5.9	i 115.0	i 0.22	i 0.11	i 0.42	i 0.99
i 5	i 43	8.3	i 198.0	i 0.26	i 0.08	i 0.59	i 0.94
i 6	i 53	10.2	i 300.0	i 0.26	i 0.08	i 0.72	i 0.87
i 7	i 64	10.5	i 415.5	i 0.26	i 0.07	i 0.74	i 0.82
i 8	i 74	11.9	i 534.5	i 0.26	i 0.08	i 0.84	i 0.80
i 9	i 84	13.2	i 666.5	i 0.25	i 0.08	i 0.93	i 0.76
i 10	i 94	13.2	i 798.5	i 0.26	i 0.10	i 0.93	i 0.71
i 11	i 104	14.9	i 947.5	i 0.25	i 0.24	i 1.00	i 0.70

ts1-середня за декаду ефективна температура(град.)
ts2-сума еф.температур наростаючим підсумком(град.)
J0-ср.за декаду інтенсивн.ФАР над посівом(кал/см² хв.)
JL-ср.за декаду інтенсивн.ФАР в посіві(кал/см² хв.)
ksifl-температурна крива фотосинтезу, відн.одиниці
gamf-функц.впливу вологи ґрунту на фотосинтез,відн.од.

ТАБЛИЦЯ 2
ПЛОЩА ЛИСТЯ, ФОТОСИНТЕЗ, ПРИРІСТ МАСИ

і Дек	і Доба	LAI	F0L	FtL	FL	DM	і
i 1	i 3	0.2	i 23.4	i 3.5	i 0.8	i 2.0	i
i 2	i 13	0.3	i 23.2	i 3.7	i 1.1	i 8.6	i
i 3	i 23	0.6	i 22.1	i 4.0	i 2.7	i 20.7	i
i 4	i 33	2.0	i 19.5	i 6.0	i 13.1	i 100.6	i
i 5	i 43	4.8	i 16.4	i 8.2	i 41.1	i 310.4	i
i 6	i 53	5.0	i 16.2	i 10.0	i 50.7	i 381.0	i
i 7	i 64	5.0	i 16.1	i 8.4	i 41.1	i 344.7	i
i 8	i 74	4.7	i 16.3	i 6.0	i 26.5	i 210.3	i
i 9	i 84	4.3	i 16.5	i 2.9	i 11.0	i 92.5	i
i 10	i 94	3.1	i 18.7	i 0.9	i 2.4	i 21.0	i
i 11	i 104	0.1	i 25.7	i 0.3	i 0.0	i 0.2	i

LAI-площа листя посіву(м²/м²)
F0L-інтенсивн.фотосинтезу при оптимальних умовах по темпер.повітря і вологі ґрунту, мгСО₂/дм² годину
FtL-інтен.фотосинт.в польових умовах,мгСО₂/дм² годину
FL-фотосинтез посіву за добу, г/м² добу
DM-приріст загальної маси посіву за декаду,г/м² декаду

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до дистанційного вивчення дисципліни
«Сільськогосподарська метеорологія (змістовний модуль – Моделювання
гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем»
студентами заочної форми навчання

Укладачі: д.геогр.н., проф. Польовий А.М., к.геогр.н., доц. Божко Л.Ю.,
к.геогр.н. Костюкевич Т.К.

Підписано до друку . Формат . Папір офсетний.
Друк офсетний. Ум друк. арк.
Тираж прим. Зам. №

Одеський державний екологічний університет
65016, вул. Львівська, 15
