

ОДЕССКИЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

ВЬЮГИНА ЕЛЕНА АЛЕКСАНДРОВНА

УДК 633.12:551.5

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ  
УСЛОВИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ГРЕЧИХИ ( НА  
ПРИМЕРЕ ПРИЧЕРНОМОРЬЯ )

II.00.09. - метеорология, климатология,  
агрометеорология

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата географических наук

Работа выполнена в Одесском гидрометеорологическом институте.

Научный руководитель - доктор географических наук, профессор  
Анатолий Николаевич Полевой

Официальные оппоненты: доктор географических наук, заведующий  
отделом ВНИСХМ г.Обнинска, Клещенко  
Александр Дмитриевич

кандидат географических наук, ведущий  
сотрудник отдела агрометеорологии  
УкрНИГМИ г.Киева, Антоненко Владимир  
Степанович

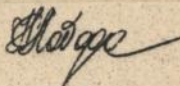
Ведущая организация: Одесский сельскохозяйственный институт

1. Защита состоится 17 декабря 1992 г. в 10.00 ч. на заседа-  
нии специализированного совета К 068.04.01 при Одесском гид-  
рометеорологическом институте в зале заседаний по адресу:  
270016, г. Одесса - 16, ул.Львовская, 15, ОГМИ

2. С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

3. Автореферат разослан 16 ноября 1992 г.

Ученый секретарь  
специализированного совета



Н.С. Лобода

ЛНБ ім. В. Стефаника  
АН УРСР

ЛНБ України ім.В.Стефаника



00816441 (0)

Общая характеристика работы

Актуальность темы исследования. Повышение урожайности и увеличение посевных площадей гречихи, ценной крупяной, кормовой и страховой культуры, требует эффективного агрометеорологического обслуживания ее производства.

Несмотря на значительную пищевую ценность гречихи, исследования, посвященные методам оценки влияния агрометеорологических условий на формирование продуктивности и качества урожая культуры, прогнозирования ее урожайности весьма немногочисленны. В связи с этим разработка методов количественного учета влияния агрометеорологических условий на формирование продуктивности гречихи является актуальной.

Цель работы. Основной целью данной работы являлось решение следующих задач:

- разработка динамической модели формирования количества и качества урожая гречихи;
- исследование влияния агрометеорологических факторов на фотосинтетическую продуктивность посевов гречихи;
- изучение закономерностей формирования количества и качества урожая в связи с особенностями агрометеорологических условий и минерального питания растений.

Методика исследований и использованные материалы. В качестве методики исследований использованы полевые и лабораторные эксперименты и аппарат математического моделирования продукционного процесса растений. Полевые и лабораторные исследования проведены автором в 1991 - 1992 годах на базе учебной агрометеорологической станции Одесского гидрометеорологического института и включали в себя наблюдения за формированием динамики биомассы вегетативных и репродуктивных органов растений, площади фотосинтезирующей по-

верхности листьев, а также определение интенсивности фотосинтеза листьев. Наблюдения проводились за сортом гречихи Глория. Интенсивность фотосинтеза определялась методом мокрого сжигания ( по Тюрину И. В. ). Все расчеты выполнялись на ПК ИСКРА -1030, ПК ЕС - 1840.

#### Научная новизна:

1. Проведено экспериментальное изучение влияния агрометеорологических условий на:

- морфогенетическое развитие растений гречихи;
- фотосинтетическую деятельность посевов гречихи.

2. Разработана с учетом особенностей вегетативного и репродуктивного развития культуры структура динамической модели формирования количества и качества урожая гречихи - модель BUCKWHEAT.

3. Определены параметры динамической модели формирования продуктивности и качества урожая гречихи .

4. Предложена субмодель распределения ассимилятов, основанная на учете особенностей побегообразования, формирования соцветий различных порядков.

5. Осуществлено моделирование плодообразования гречихи с учетом процессов закладки соцветий, цветения, оплодотворения, синтеза углеводов и азота в плодах.

7. Предложен алгоритм расчета показателей количества и качества урожая гречихи.

Практическая ценность и реализация исследований. Результаты исследований, проведенных с помощью модели BUCKWHEAT, учитывающей биологические особенности культуры гречихи, могут быть использованы для оперативной оценки агрометеорологических условий формирования урожая и прогнозирования урожайности гречихи, а также для теоретических исследований отдельных составляющих продукционного

процесса и формирования урожая в целом и во взаимосвязи с факторами внешней среды.

Апробация работы. Основные результаты работы докладывались на научных семинарах кафедры агрометеорологии и агрометеорологических прогнозов ОГМИ в 1990, 1991, 1992 гг., а также на научной конференции по итогам научно-исследовательской работы ОГМИ в 1991 году. Диссертационная работа обсуждена и рекомендована к защите на расширенном семинаре кафедры агрометеорологии (октябрь 1992г.).

• Публикации. Основные результаты исследований изложены в двух депонированных статьях.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав и выводов. Объем работы 162 страницы, из них 116 страниц текста, 11 таблиц, 40 рисунков. Список литературы на 13 страницах содержит 135 наименований, в том числе 35 иностранных.

#### Содержание работы

Во введении определена актуальность темы, изложены цель и задачи работы, дана характеристика методов исследований и использованных материалов. Сформулированы основные положения, составляющие научную новизну и предмет защиты.

В первой главе дается краткая характеристика биологических особенностей культуры гречихи в связи с факторами внешней среды, рассматриваются требования растений к таким факторам как свет, тепло и влага. Дан анализ современных методов количественной оценки агрометеорологических условий произрастания и прогноза урожайности гречихи, а также существующих динамических моделей продукционного процесса крупных культур.

Вторая глава посвящена экспериментальным исследованиям влияния агрометеорологических условий на фотосинтетическую продуктив-

ность гречихи. Приводится методика проведения экспериментальных работ. Анализируются агрометеорологические условия периода вегетации гречихи в годы проведения полевого опыта.

Изучены основные закономерности формирования вегетативной и репродуктивной массы растений гречихи в течение периода вегетации в связи с агрометеорологическими условиями. Рассматривались изменения биомассы органов и кривые скорости роста.

В результате анализа данных о продуктивности фотосинтеза установлено, что общей закономерностью изменения чистой продуктивности фотосинтеза ( ЧПФ ) растений гречихи является рост ЧПФ от фазы образования соцветий ( от 2 до 3 г·м<sup>-2</sup>сут<sup>-1</sup> ), достижение максимума в период цветения ( 9.8 - 10.3 г·м<sup>-2</sup>сут<sup>-1</sup> ), некоторое снижение в конце цветения и последующее падение до 3 - 4 г·м<sup>-2</sup>сут<sup>-1</sup>.

Рост относительной площади листьев наиболее интенсивно идет при температуре воздуха порядка 20 - 22°С и продолжается до периода конца цветения - образование плодов. При этом площадь листьев при хорошей влагообеспеченности посевов достигает 3.5 - 4 м<sup>2</sup>·м<sup>-2</sup>.

При влажности почвы более 60 % НВ происходит быстрый рост листовой поверхности, при этом повышается фотосинтетическая продуктивность гречихи. С дальнейшим ростом площади листьев отмечается снижение ЧПФ.

Измерения интенсивности фотосинтеза показали, что максимальная продуктивность фотосинтеза наблюдается в период цветения, причем наиболее фотосинтетически активными являются побеги второго порядка. Интенсивность фотосинтеза в период цветения при температуре воздуха 21 - 22°С и фотосинтетически активной радиации ( ФАР ) для побегов первого порядка составила 10.6 мг СО<sub>2</sub> дм<sup>-2</sup> час<sup>-1</sup>, для побегов второго порядка 12.2 мг СО<sub>2</sub> дм<sup>-2</sup> час<sup>-1</sup>.

В третьей главе описана структура динамической модели продуктивности гречихи, включающая шесть основных блоков: преобразования исходной информации, фотосинтеза, дыхания, азотного питания, распределения ассимилятов, плодообразования.

Блок-схема динамической модели продуктивности гречихи представлена на рис. 1.

Рост растений моделируется нами как накопление сухой биомассы с учетом затрат на дыхание. постулируется наличие в растении фонда углеводов и фонда азота.

Фонд углеводов формируется в результате процесса фотосинтеза, фонд азота - в результате поглощения корнями растения растворимых форм азота из почвы.

При описании процесса фотосинтеза в реальных условиях среды нами за основу взята модифицированная О. Д. Сиротенко (1981) формула Шартье :

$$Q_{\tau_g}^j = \frac{d_{\varphi}^j \cdot \Psi_{\varphi}^j}{2(\tau_s^j - \tau_c)} \left[ c + a_{\varphi}^j J^j \tau_s^j - \sqrt{(a_{\varphi}^j J^j \tau_s^j - c)^2 + 4\tau_c J^j a_{\varphi}^j c} \right], \quad (1)$$

$$Q \in \text{г.л. } 1, 2, 3$$

где  $Q_{\tau_g}$  - интенсивность фотосинтеза в реальных условиях среды;  
 $d_{\varphi}^j$  - онтогенетическая кривая фотосинтеза;  $\Psi_{\varphi}$  - функция воздействия температуры воздуха;  $J$  - интенсивность фотосинтетически активной радиации;  $a_{\varphi}$  - начальный наклон световой кривой фотосинтеза;  $\tau_c$  - химическое сопротивление фотосинтезу;  $\tau_s$  - устьичное сопротивление;  $c$  - концентрация  $CO_2$  в посевах;  $j$  - номер шага расчетного периода;  $Q$  - тип побега  
 Г.л. - главный побег; 1, 2, 3 - соответственно побеги первого, второго и третьего порядков.

Продукционный процесс растений гречихи неразрывно связан с

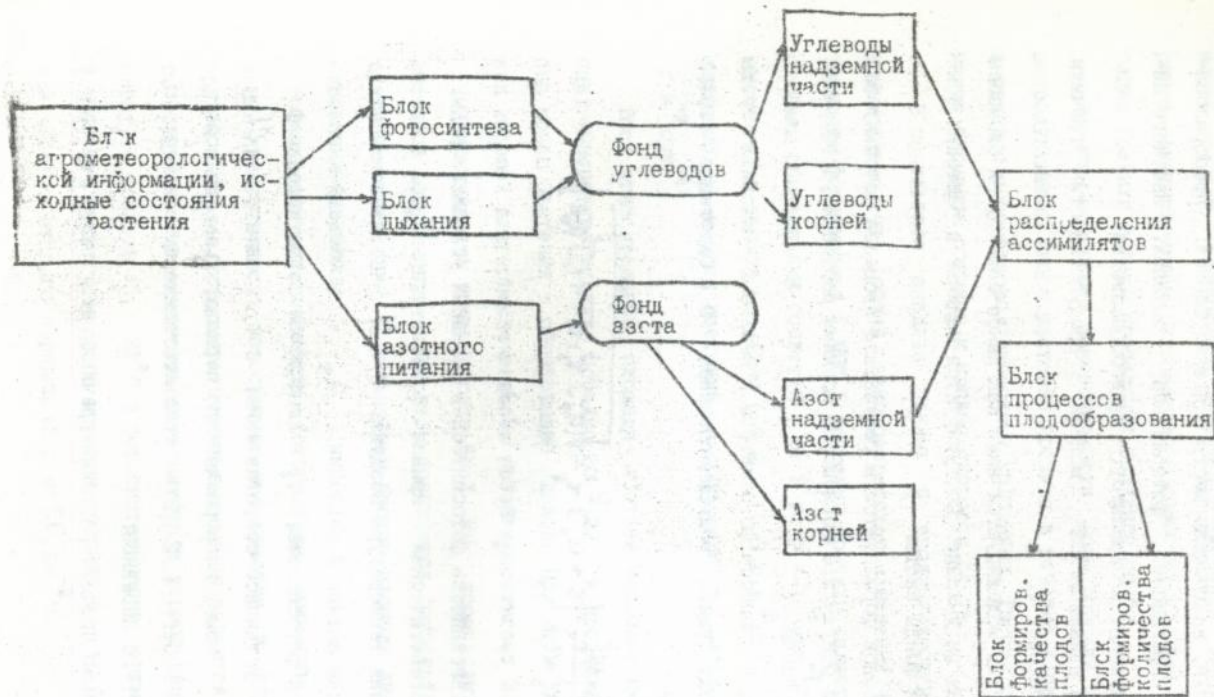


Рис. 1. Блок - схема динамической модели формирования продуктивности и качества урожая гречихи **BUCKWHEAT**.

дыхательным газообменом. Процесс дыхания рассматривается (Максри, 1970), как состоящий из двух компонентов: дыхания роста и дыхания поддержания структур растения:

$$\frac{\Delta R_{q_i}^j}{\Delta t} = \left[ c_1 \Psi_R^j m_{q_i}^j + c_2 \frac{\Delta C_{q_i}^j}{\Delta t} \right] \alpha_R^j \quad (2)$$

$i \in l, s, p$

где  $\Delta R / \Delta t$  - затраты на дыхание;  $c_1$  - коэффициент дыхания поддержания;  $c_2$  - коэффициент дыхания роста;  $\Psi_R$  - температурный коэффициент дыхания;  $m_{q_i}$  - сухая биомасса  $i$ -го органа каждого побега;  $\Delta C_{q_i} / \Delta t$  - скорость образования углеводов  $i$ -го органа каждого побега гречихи;  $\alpha_R$  - онтогенетическая кривая дыхания.

Формирование фонда углеводов в растении на каждом шаге определяется суммарным фотосинтезом всего ассимиляционного аппарата:

$$\frac{\Delta C_{cb,TP}^j}{\Delta t} = \Phi_{q_i}^j \quad (3)$$

где  $\Delta C_{cb,TP} / \Delta t$  - приток углеводов в растение;  $\Phi_{q_i}$  - суммарный фотосинтез  $i$ -го органа каждого побега.

В предлагаемой модели количество поглощенного азота под влиянием внешней среды определяется как соотношение двух основных слагаемых этого процесса - поглощение активным и пассивным путем. Количество поглощенного азота описывается следующим выражением:

$$\frac{\Delta N_{cb,TP}^j}{\Delta t} = \frac{N_{погл}^{max} \cdot \bar{N}_{п.к}^j \cdot \pi_{греб}^j}{K_{погл}^N + \bar{N}_{п.к}^j} R_{погл}^N (T_n^j) + \frac{\Delta E_{TP}^j}{\Delta t} \cdot \bar{N}_{п.р}^j \quad (4)$$

где  $\Delta N_{cb,TP} / \Delta t$  - количество азота, поглощенное корневой системой;

$N_{погл}^{max}$  - максимально возможная скорость поглощения азота кор-

ниями;  $\bar{N}_{п.к}$  - концентрация азота у поверхности корней;  $K_{погл}^N$  - константа Михаэлиса - Ментен;  $\Delta E/\Delta t$  - интенсивность транспирации;  $\bar{N}_{п.р}$  - концентрация доступного азота в почвенном растворе;  $k_{погл}^N(T)$  - функция влияния температуры почвы на интенсивность процесса поглощения азота корнями;  $m_{root}$  - сухая масса корней.

В модели рассматривается следующий механизм распределения ассимилятов (рис. 2). Вначале образовавшиеся ассимиляты распределяются:

- 1) между надземной частью растения и корнями;
- 2) между главным побегом и побегами первого, второго и третьего порядков;
- 3) между листьями, стеблями и соцветиями каждого побега.

В период репродуктивного роста при старении вегетативных органов моделируется переток пластических веществ из листьев и стеблей в соцветия, а также из структурных элементов соцветия в плоды.

Первоначально приток углеводов и азота в растение распределяется между надземной частью и корнями. Распределение углеводов и азота моделируется нами с помощью ростовых функций (Росс Ю. К., 1964, Полевой А. Н., 1979):

$$\frac{\Delta C_a^j}{\Delta t} = \chi_a^{cj} \frac{\Delta C_{св.тр}^j}{\Delta t} \quad (5)$$

$$\frac{\Delta N_a^j}{\Delta t} = \chi_a^{Nj} \frac{\Delta N_{св.тр}^j}{\Delta t} \quad (5)$$

$$Q \in \text{shoot, root}$$

где  $\Delta C_a^j/\Delta t$ ,  $\Delta N_a^j/\Delta t$  - приток углеводов и азота в надземную

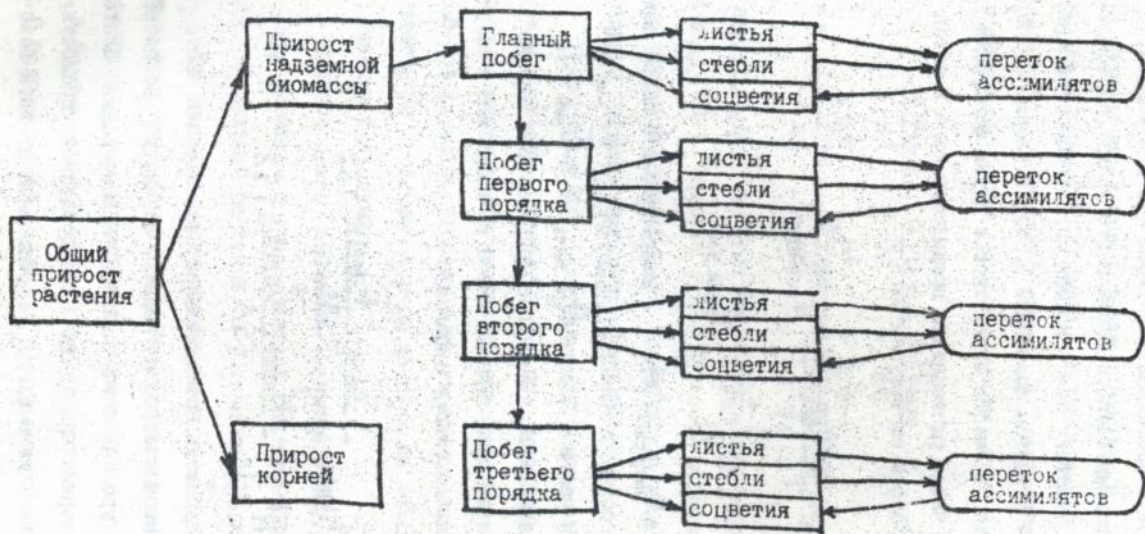


Рис. 2. - Блок - схема распределения ассимилятов в растении гречихи.

часть (shoot) и корни (root) соответственно;  $X_a^{CN}$  - функция распределения углеводов и азота для надземной части и корней.

Перераспределен формирующегося фонда азота между надземной частью и корнями описывается нами исходя из потребностей этих частей растения в азоте с учетом концепции Х. ван Кейлена, (1986).

Потребность растения в азоте определяется двумя факторами: приростом массы каждой части растения на предыдущем шаге и потенциальной концентрацией азота на текущем шаге:

$$\frac{\Delta N_{\text{pot. shoot}}^i}{\Delta t} = \frac{\Delta m_{\text{shoot}}^{i-1}}{\Delta t} \cdot \bar{N}_{\text{pot. shoot}}^i \quad (7)$$

$$\frac{\Delta N_{\text{pot. root}}^i}{\Delta t} = \frac{\Delta m_{\text{root}}^{i-1}}{\Delta t} \cdot \bar{N}_{\text{pot. root}}^i \quad (8)$$

где  $\Delta N_{\text{pot. shoot}}/\Delta t$  и  $\Delta N_{\text{pot. root}}/\Delta t$  - потребности в азоте надземной части и корней соответственно;  $\Delta m_{\text{shoot}}/\Delta t$  и  $\Delta m_{\text{root}}/\Delta t$  - прирост массы надземной части и корней;  $\bar{N}_{\text{pot. shoot}}$  и  $\bar{N}_{\text{pot. root}}$  - потенциальная концентрация азота в надземной части и корнях.

Уровень потенциальной концентрации азота в надземной части и корнях определяется по линейному выражению:

$$\bar{N}_{\text{pot. shoot}}^i = \bar{N}_{\text{shoot 1}}^i - \frac{\bar{N}_{\text{shoot 1}}^i - \bar{N}_{\text{shoot 2}}^i}{TS3^i} \cdot TS2^i \quad (9)$$

$$\bar{N}_{\text{pot. root}}^i = \bar{N}_{\text{root 1}}^i - \frac{\bar{N}_{\text{root 1}}^i - \bar{N}_{\text{root 2}}^i}{TS3^i} \cdot TS2^i \quad (10)$$

где  $\bar{N}_{\text{pot. shoot 1}}^i$  и  $\bar{N}_{\text{pot. root 1}}^i$  - уровень потенциальной концентрации азота соответственно в надземной части и корнях на дату всходов;  $\bar{N}_{\text{shoot 2}}^i$  и  $\bar{N}_{\text{root 2}}^i$  - уровень потенциальной концентрации азота в надземной части и корнях на дату хозяйственной спелости;  $TS2$  - сумма эффективных температур, накопившаяся от даты всхо-

дов;  $TS_3$  - сумма эффективных температур, накопившаяся за период всхода - хозяйственная спелость.

Исходя из распределения углеводов и азота между надземной частью и корневой системой, а также учитывая переток питательных веществ из корневой системы в надземную часть при старении растений определим прирост массы надземной части и корней:

$$\frac{\Delta m_{shoot}^i}{\Delta t} = \frac{\Delta C_{shoot}^i}{\Delta t} + \frac{\Delta N_{shoot}^i}{\Delta t} \cdot K_c + \xi_{root}^i \cdot m_{root}^i, \quad (11)$$

$$\frac{\Delta m_{root}^i}{\Delta t} = \frac{\Delta C_{root}^i}{\Delta t} + \frac{\Delta N_{root}^i}{\Delta t} \cdot K_c - \xi_{root}^i \cdot m_{root}^i, \quad (12)$$

где  $\Delta m_{shoot}^i / \Delta t$  - прирост сухой биомассы надземной части растения;  $\Delta m_{root}^i / \Delta t$  - прирост сухой биомассы корней;  $K_c$  - коэффициент для пересчета углерода на органическое вещество;  $\xi_{root}^i$  - ростовая функция периода репродуктивного роста.

Прирост сухого вещества надземной биомассы распределяется между листьями, стеблями и репродуктивными органами главного побега, а затем между листьями, стеблями и репродуктивными органами побегов первого, второго и третьего порядков. Распределение ассимилятов по органам внутри каждого из побегов также регулируется ростовыми функциями.

Прирост сухой биомассы надземной части растения распределяется по побегам с учетом затрат пластических веществ, используемых при дыхании растения, с учетом коэффициента, характеризующего затраты на поддержание структуры и, коэффициента, характеризующего затраты, связанные с передвижением веществ, фотосинтезом и созданием новых структурных единиц. На основании предложенных Л. К. Россом (1966, 1968) функций роста, и с учетом модификаций Е. П. Галямина (1974, 1976), А. Н. Полевого (1979) и Х. Г. Тооминга

(1977) уравнение прироста биомассы побегов гречихи имеет вид :

$$\frac{\Delta m_q^i}{\Delta t} = \frac{1}{1+C_2} \alpha_q^i \frac{\Delta m_{shoot}^i}{\Delta t} - \frac{d_{nq}^i c_1 \psi_n^i m_q^i}{1+C_2}, \quad (13)$$

$$q \in \Gamma. П. 1, 2, 3$$

где  $\Delta m_q^i / \Delta t$  - прирост биомассы главного побега, побегов первого, второго и третьего порядков.

Распределение ассимилятов между листьями, стеблями и соцветиями каждого побега производится с помощью функции распределения ассимилятов между этими органами, а также функции, описывающей переток пластических веществ из листьев в соцветия в репродуктивный период :

$$\frac{\Delta m_l^i}{\Delta t} = \alpha_l^i \frac{\Delta m_q^i}{\Delta t} - \omega_l^i m_l^i, \quad (14)$$

$$\frac{\Delta m_p^i}{\Delta t} = \alpha_p^i \frac{\Delta m_q^i}{\Delta t} + \sum_j \omega_j^i m_j^i, \quad (15)$$

где  $\Delta m_l^i / \Delta t$  - прирост биомассы листьев и стеблей каждого побега;  $\Delta m_p^i / \Delta t$  - прирост биомассы соцветий каждого побега;  $\alpha_{l,p}^i$  - функция распределения ассимилятов между листьями, стеблями и соцветиями каждого побега.

Моделирование плодообразования гречихи рассматривается нами как моделирование количества заложившихся цветковых бугорков, цветков в соцветии каждого побега по этапам органогенеза гречихи, редукции цветков за счет асинхронности заложения цветков и за счет необеспеченности растения ассимилятами, а также формирования массы плодов.

Решающее значение при моделировании процесса формирования урожая гречихи приобретает оценка прироста биомассы плодов, которая определяется по выражению :

$$\frac{\Delta m_{g_i}^i}{\Delta t} = \frac{\frac{\Delta m_{g_i \max}^i}{\Delta t} \cdot \frac{\Delta m_p^i}{\Delta t} \cdot C_{g_i}}{K_g + \frac{\Delta m_p^i}{\Delta t} \cdot C_{g_i}} + v_{p_i}^i (m_p - m_{g_i})^i \quad (16)$$

$$i \in 1, 2, 3$$

где  $\Delta m_{g_i}^i / \Delta t$  - прирост биомассы плода;  $\Delta m_p^i / \Delta t$  - количество притекающих в соцветие ассимилятов;  $C_{g_i}$  - коэффициент, определяющий долю прироста плода в различных частях соцветия, ( $i = 1, 2, 3$ ; где 1, 2, 3 - соответственно нижняя, средняя и верхняя части соцветия);  $\Delta m_{g_i \max}^i / \Delta t$  - максимальная скорость роста плода;  $K_g$  - параметр Михаэлиса - Ментен;  $v_{p_i}^i$  - функция перетока ассимилятов в плод из структурных элементов соцветия.

При моделировании формирования продуктивности гречихи также учитываются технологические свойства урожая путем определения пленчатости гречихи :

$$m_F^{i+1} = m_F^i + \frac{\frac{\Delta m_{F \max}^i}{\Delta t} \cdot \frac{\Delta m_g^i}{\Delta t}}{K_g + \frac{\Delta m_g^i}{\Delta t}} \cdot (1 - \chi^i) \quad (17)$$

где  $m_F$  - пленчатость плодов;  $\Delta m_{F \max}^i / \Delta t$  - максимально возможный прирост массы пленок;  $\chi$  - функция влияния влагообеспеченности растений.

Моделирование формирования качества урожая включает рассмотрение формирования содержания в плодах хозяйственно - ценных структурных компонентов : в первую очередь белка и крахмала.

Динамика содержащихся в плодах структурных компонентов определяется по выражению :

$$B_a^{j+1} = F_a^j + \frac{\Delta B_a^j}{\Delta t} \cdot n, \quad (18)$$

$Q \in$  белок, крахмал,

прочие углеводосодержащие компоненты

где  $\Delta B_a / \Delta t$  - прирост массы белка, крахмала и прочих углеводосодержащих компонентов.

Была проведена идентификация параметров модели применительно к условиям Причерноморья.

Проверка адекватности модели проводилась двумя способами.

Первый способ заключался в сопоставлении рассчитанных по модели и эмпирических характеристик биомассы вегетативных и репродуктивных органов, а также площади листовой поверхности. Сравнение проводилось в динамике от формирования всходов и до хозяйственной спелости. Ошибки расчета биомассы листьев, стеблей, корней и соцветий не превышают соответственно 8, 12 10 и 15%.

Различие между расчетными и эмпирическими значениями более заметно при больших значениях приростов биомассы. Ошибка расчета урожайности не превышает 20 %.

Второй способ заключался в сравнении рассчитанного по модели урожая с фактическими данными биологической урожайности гречихи за 17 лет (Веляевский госсортоучасток, 1974 - 1990 гг.). Оценка синхронности колебаний фактической урожайности показала, что в 92% случаев эти колебания синхронны, что позволяет говорить о возможности использования предложенной динамической модели формирования продуктивности гречихи для оценки агрометеорологических условий произрастания культуры и прогноза ее урожайности.

Исследована чувствительность предложенной модели к изменению входной информации ( $L$ ,  $m_t$ ,  $m_s$ ,  $m_v$ ) и параметров. Изменение входной информации показало, что наиболее значительные различия наблюдаются в динамике площади листьев. Ошибка в задании начальных значений площади листьев на 20 % приводит к ошибке в расчете биомассы соцветий 7 %.

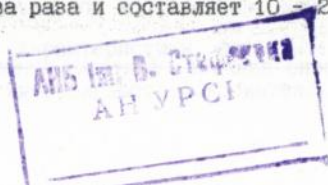
Содержание четвертой главы составляют результаты численных экспериментов по исследованию влияния агрометеорологических условий на продуктивность гречихи и процесс поглощения азота из почвы.

Численные эксперименты проведены для условий Причерноморья.

Получены количественные характеристики реакции растений на ослабление или усиление напряженности радиационного и термического режимов растений, условий увлажнения, а также параметров, характеризующих структуру посева (площади листовой поверхности). Изучено влияние факторов света, тепла и влаги в критический период на продуктивность гречихи.

Исследовалась зависимость продуктивности посева при различной плотности потока фотосинтетически активной радиации. При увеличении плотности ФАР от 300 до 600 Вт·м<sup>-2</sup> продуктивность посева возрастает от 30 до 45 г(с.в.) м<sup>-2</sup>·сут<sup>-1</sup>.

Исследовано воздействие различных условий увлажнения на прирост биомассы гречихи. Прирост биомассы достигает значительных размеров - до 30 - 40 г(с.в.) м<sup>-2</sup> - только на фоне достаточного увлажнения, когда влажность почвы в слое 0.5 м достигает 80 % НВ. При влажности почвы 50 % НВ в полуметровом слое почвы прирост биомассы посева снижается в два раза и составляет 10 - 20 г·м<sup>-2</sup>·сут<sup>-1</sup>.



а при недостатке влаги, когда влажность почвы составляет 20 % НВ, продуктивность посева в 4.5 раза меньше, чем при хороших условиях влагообеспеченности. При таких условиях прирост биомассы посева составляет  $3 - 5 \text{ г(с. в.)} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сут}^{-1}$ .

Получены количественные характеристики продуктивности посева гречихи для различных условий теплового и светового режимов. Исследования проводились на фоне оптимального увлажнения почвы. Наибольший прирост биомассы посева ( $25 - 40 \text{ г(с. в.)} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сут}^{-1}$ ) наблюдается при оптимальных условиях теплообеспеченности, когда температура воздуха составляет  $20 - 22^{\circ} \text{C}$ .

Экстремально высокие температуры воздуха приводят к снижению продуктивности на 50 %. Несколько меньше снижение продуктивности при температуре  $10^{\circ} \text{C}$ . Прирост биомассы при таких условиях составляет соответственно  $12 - 18$  и  $5 - 7 \text{ г(с. в.)} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сут}^{-1}$ .

Исследовалась зависимость продуктивности посева гречихи от относительной площади листовой поверхности для различных значений ФАР на верхней границе посева. Показано, что с увеличением площади листовой поверхности до  $5 - 6 \text{ м}^2 \cdot \text{м}^{-2}$  и потока ФАР на верхнюю границу посева до  $500 - 700 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$  продуктивность посева возрастает до  $50 - 60 \text{ г(с. в.)} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сут}^{-1}$ .

В период цветения исследовалось воздействие температуры воздуха на продуктивность посева гречихи при различных условиях увлажнения и освещенности. При повышении температуры продуктивность посева возрастает, достигая максимального значения  $30 - 40 \text{ г(с. в.)} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сут}^{-1}$ , а затем убывает до  $10 - 15 \text{ г(с. в.)} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сут}^{-1}$  в интервале температур от  $25$  до  $30^{\circ} \text{C}$ . При высокой плотности светового потока прирост биомассы достигает больших значений, чем при низкой.

Рассмотрено влияние факторов внешней среды на процесс погло-

щения азота. Показано, что максимальная скорость поглощения азота наблюдается при температуре почвы около  $25^{\circ}\text{C}$  и запасах продуктивной влаги 80 % НВ.

При этом скорость поглощения азота составила 0,8-1,0 мг N сут<sup>-1</sup>.

Проведена количественная оценка влияния агрометеорологических условий среды на прирост массы плодов в зависимости от изменения прироста массы соцветия.

Процесс увеличения массы плодов находится в большой зависимости от условий окружающей среды. Когда прирост массы соцветий составляет  $10 - 17 \text{ г(с. в.)} \cdot \text{м}^{-2} \text{ сут}^{-1}$  прирост массы плодов достигает  $10 - 11 \text{ г(с. в.)} \cdot \text{м}^{-2} \text{ сут}^{-1}$ .

Проведенные численные эксперименты и проверка адекватности модели подтверждают правильность основных теоретических предпосылок, положенных в основу модели, и позволяют вести разработки на основе динамической модели методов оценки агрометеорологических условий произрастания культуры и прогнозирования ее урожайности.

#### Выводы :

Основные результаты проделанной работы сводятся к следующему:

1. Проведено экспериментальное изучение особенностей морфогенетического развития растений гречихи под влиянием характерных для Причерноморья агрометеорологических условий. Выявлены основные закономерности формирования вегетативной и репродуктивной массы растений гречихи в течение периода вегетации в связи с агрометеорологическими условиями.

2. Выполнено экспериментальное исследование влияния агрометеорологических условий на характеристики фотосинтетической деятельности посева гречихи: интенсивность фотосинтеза листьев побе-

гов различных порядков, чистой продуктивности фотосинтеза, динамики биомассы целого растения и отдельных органов побегов различных порядков, динамики площади ассимилирующей поверхности.

3. Определена с учетом особенностей вегетативного и репродуктивного развития культуры структура динамической модели формирования продуктивности и качества урожая гречихи, содержащая в себе целый ряд элементов научной новизны, а именно:

а) осуществлено моделирование процессов фотосинтеза и дыхания гречихи в реальных условиях среды с учетом устьичного сопротивления, концентрации углекислого газа в поспе, водного и термического режимов, возраста растений;

б) впервые предложена субмодель распределения ассимилята, основанная на учете особенностей побегообразования, формирования соцветий различных порядков;

в) осуществлено динамическое моделирование плодообразования гречихи в реальных условиях среды с учетом процессов закладки соцветий, цветения, плодообразования, синтеза углеводов и азота каждого отдельно взятого побега ветвления. Предложен алгоритм расчета количественных и качественных показателей урожая: общей массы плодов, массы одного плода в различных зонах соцветия, пленчатости плодov, процентного содержания в плодах белка, крахмала и прочих углеводосодержащих компонентов;

г) определены параметры динамической модели формирования продуктивности и качества урожая гречихи применительно к условиям Причерноморья.

4. Проведено исследование модели, а также проверка ее адекватности, показавшая достаточно хорошую согласованность результатов расчетных и фактических значений динамики биомассы вегетативных и репродуктивных органов.

5. С помощью численных экспериментов проведено теоретическое исследование зависимости интенсивности фотосинтеза растений гречихи от водно - теплового режима, интенсивности падающей ФАР.

6. Исследовано влияние водно - теплового режима почвы, концентрации легкого гидролизующего азота у поверхности корней и массы корней на скорость поглощения азота растениями гречихи.

7. Изучены закономерности формирования количественных и качественных показателей урожая культуры при различных уровнях интенсивности фотосинтеза, водно - теплового режима, индекса листовой поверхности.

8. Изучены закономерности процессов синтеза и накопления в зерне гречихи белка, крахмала и прочих углеводосодержащих компонентов в зависимости от динамики азотного и углеводного фондов в растениях и влияния факторов внешней среды.

По теме диссертации опубликованы следующие работы :

1. Влияние агрометеорологических условий на продуктивность гречихи в Причерноморье ( результаты численных экспериментов ). - Деп. Укр. ИНТЭИ. 23.07.92, - N 1135 - Ук 92.
2. Распределение ассимилятов в динамической модели формирования продуктивности гречихи в Причерноморье. - Деп. Укр. ИНТЭИ. 23.07.92, - N 1136 - Ук 92.

8. *В.С.*

Подл.к печати №1,17.02г. Формат 60x84 1/16.  
Об'єм 0,8уч. пдл.л. 1,25п.л. Заказ №2674 Тираж 100экз.  
Гортнографія Одеського облпнліграфіч. аг.поз.№3.  
Леніна 49.

U60030

AB 26.113

**AB 26.113**