

ANALYSIS METHODS OF INVESTIGATIONS OF RELIABILITY AND INDICATORS OF RELIABILITY FOR ELECTRICAL EQUIPMENTES

V. Korobsky,
S. Lapshin

Annotation. *Results over of realization of analysis of research of reliability of electric vehicles are brought as a difficult system. Certain nomenclature of general indexes offaultlessness and durability for the vehicles of distribution and management.*

Key words: *analysis, reliability, electrical equipment, maintenance, refuse, wear*

УДК 536.2:631.544.41

КОМП'ЮТЕРНЕ МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ГІДРОДИНАМІКИ І ТЕПЛООБМІНУ СИСТЕМИ МІКРОКЛІМАТУ У ПРОМИСЛОВІЙ ТЕПЛИЦІ

Б. В. КУЛЯК, аспірант*
В. І. ТРОХАНЯК, асистент
Національний університет біоресурсів
і природокористування України
e-mail: kul10@i.ua

Анотація. *Проведено чисельне моделювання процесів гідродинаміки і теплообміну, що протікають за взаємодії опалювальної та вентиляційної системи мікроклімату у межах виробничих приміщень промислових теплиць. Використавши програмний комплекс ANSYS Fluent для комп'ютерного математичного моделювання, були отримані поля температур, вектори швидкостей і радіаційні теплові потоки у теплиці.*

Ключові слова: *математичне моделювання, процеси гідродинаміки і теплообміну, промислова теплиця, температурно-вологісний режим, системи вентиляції та опалення*

Ріст і розвиток рослин тісно пов'язані з умовами навколишнього середовища. Вміння створювати умови, які відповідають вимогам рослин – запорука одержання високих урожаїв. Сукупність необхідних умов, а саме фізичних параметрів повітряного і прикореневого середовища в спорудах закритого ґрунту називається мікрокліматом. Він створюється узгодженою діяльністю таких основних систем технологічного устаткуван-

* Науковий керівник – кандидат технічних наук, доцент В. М. Решетюк

© Б. В. Куляк, В. І. Троханяк, 2016

ня – опалювальною, вентиляційною, зрошувальною, системою живлення, підживлення вуглекислим газом та штучним освітленням [4].

Кожному виду овочевих рослин і навіть окремих сортів відповідає певна оптимальна, максимальна і мінімальна температура. Тому, одним із найважливіших чинників управління ростом і плодоношенням рослини є створення необхідного температурно-вологісного режиму, який забезпечується роботою опалювальної та вентиляційної системи [1].

Температурно-вологісний режим теплиці встановлюється в результаті тепло- і масообмінних процесів, що протікають як всередині приміщення, так і через його зовнішні огороження із одношарового полікарбонату.

Дослідження вищезгаданих процесів проводилися науковцями раніше. Дані експерименти стосувалися математичного моделювання процесів тепло- і масопереносу у системі вентиляції повітря стійлового приміщення пташника [2]. Для проведення чисельного моделювання використовувався програмний продукт САПР ANSYS Fluent, а в результаті – отримані поля швидкостей, температур і тисків [3]. В основу математичної моделі, отриманої у вищезгаданих дослідженнях, лягли рівняння Нав'є-Стокса [5] і рівняння переносу енергії для конвективних течій. У розрахунках застосовувалась модель турбулентності Spalarta-Allmarasa [6, 7].

Мета досліджень - проведення комп'ютерного математичного моделювання процесів гідродинаміки і теплообміну, що протікають за взаємодії опалювально-вентиляційної системи, для отримання оптимального температурно-вологісного режиму.

Матеріали та методика досліджень. Геометрія промислової теплиці (див. рис. 1 а) побудована згідно реальних розмірів, тому досить великою є кількість елементів та граней. Враховуючи даний аспект прийнято рішення розраховувати тільки чверть 3D теплиці (рис. 1 б), яка є симетричною до інших трьох, що дало змогу зменшити час машинного розрахунку.

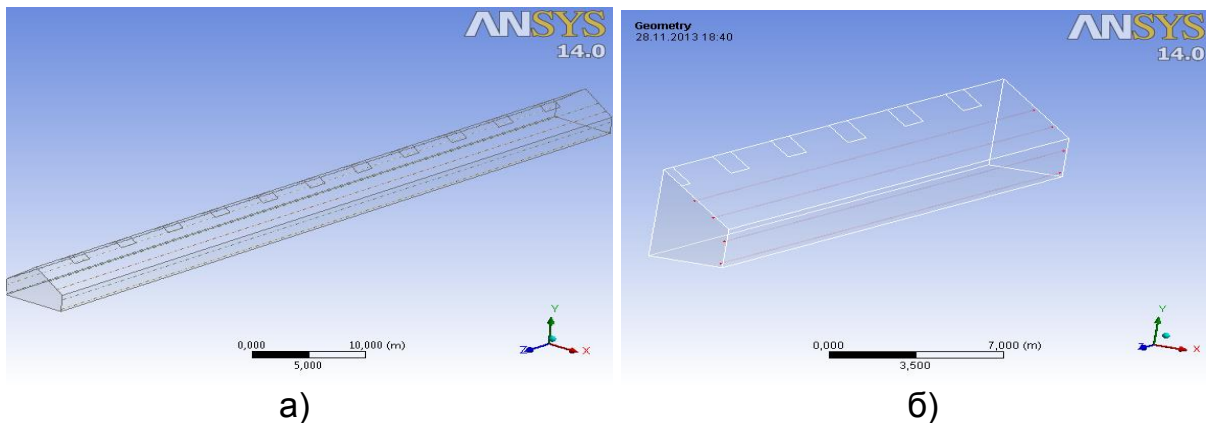


Рис. 1. Загальний вигляд геометрії 3D теплиці:
а - повний об'єм теплиці; б - симетрична частина теплиці

У геометрії теплиці передбачені отвори для системи вентиляції повітря та труби із гарячим водопостачанням для опалення.

Вхідні дані дослідного об'єкта. Температура води в системі опалення шатра становить 95-70 °С за варіанту тепlopостачання від власної котельні.

Внутрішню температуру теплиці прийнято $+15^{\circ}\text{C}$. Зовнішню температуру повітря беремо як середню температуру найхолоднішого місяця експлуатації - 20°C (як для зимових теплиць). Відносна вологість в теплиці приймається 60%. Для опалення шатра використовуються сталеві гладкі труби діаметром 32 мм та загальною площею поверхні $657,9\text{ м}^2$. Огородження теплиці виконане із одношарового стільникового полікарбонату товщиною 4 мм. Ширина та довжина секції теплиці становить 6,4 м. та 75 м. відповідно, а висота - 4,5 м.

Результати досліджень. Результати розрахунків чисельного моделювання для промислової теплиці висвітлені на рисунках 2–9. На рис. 2–4 показані температурні поля у виробничій секції теплиці у різних перерізах.

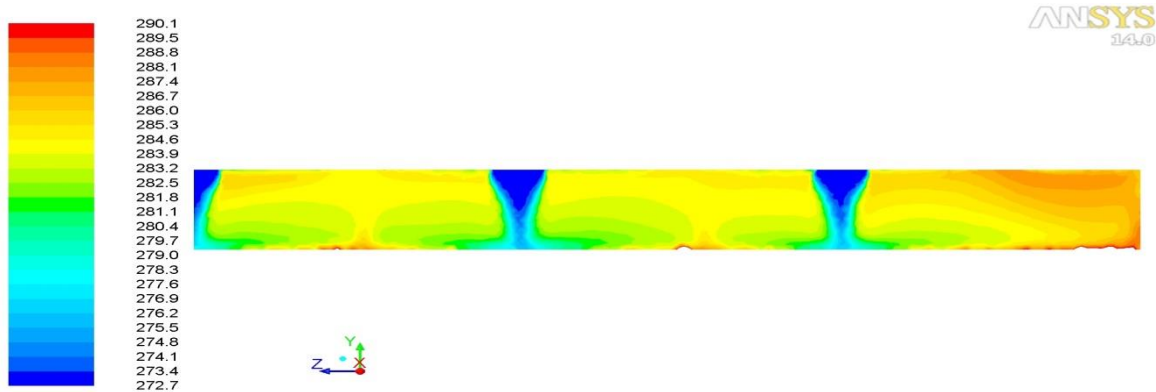


Рис. 2. Зміна температурних полів в повздовжньому перерізі симетричної половини секції теплиці по середині

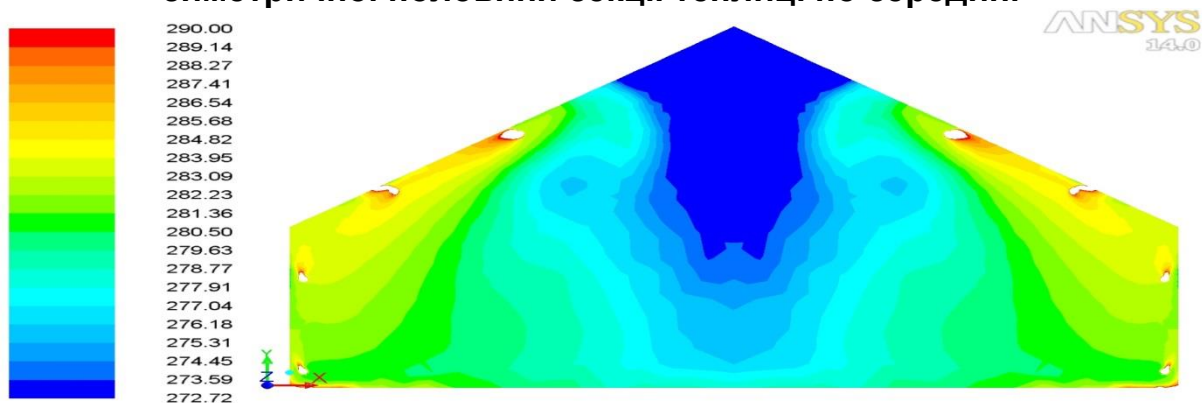


Рис. 3. Зміна температурних полів в теплиці за поперечного перерізу секції по осі 0у на середині вентиляційного отвору

На рис. 4 наведено повний вигляд виробничої секції теплиці, де спостерігається коливання температури від 272 К до 295 К ($-1,15\text{--}21,85^{\circ}\text{C}$).

На рис. 5 показано поперечний переріз опалювальної труби із теплоносієм в теплиці. Вектори швидкостей руху повітря зображені на рис. 5 а, а температурні поля повітря – на рис. 5 б. На даних зображеннях видно, що швидкість повітря біля опалювальної труби коливається в межах 0,1-0,4 м/с, а середня температура теплоносія становить 355 К ($81,85^{\circ}\text{C}$).

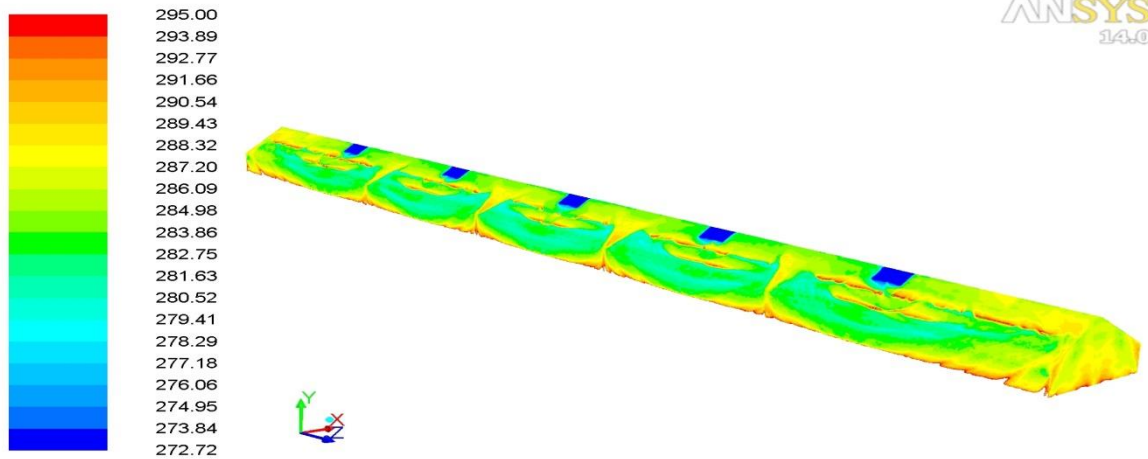


Рис. 4. Температурні поля при повному вигляді секції теплиці

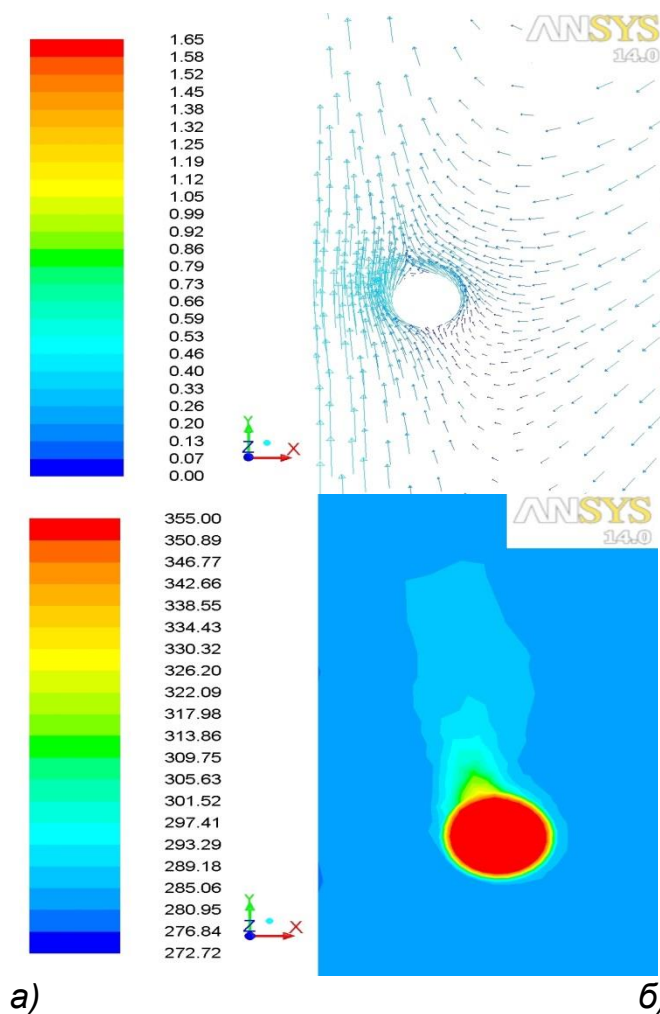


Рис. 5. Поперечний переріз опалювальної труби із теплоносій в теплиці:

а – вектори швидкостей руху повітря; б – температурні поля повітря

На рис. 6–8 наведені результати моделювання швидкостей руху повітря у виробничій секції теплиці за різних перерізів, з яких стає зрозуміло, що максимальна швидкість руху повітря знаходиться на відмітці 1,65 м/с.

На рис. 6 показані поля швидкостей (див. рис. 6 а) та вектори швидкостей (див. рис. 6 б) руху повітря в теплиці за поперечного перерізу секції по осі 0у на середині вентиляційного отвору.

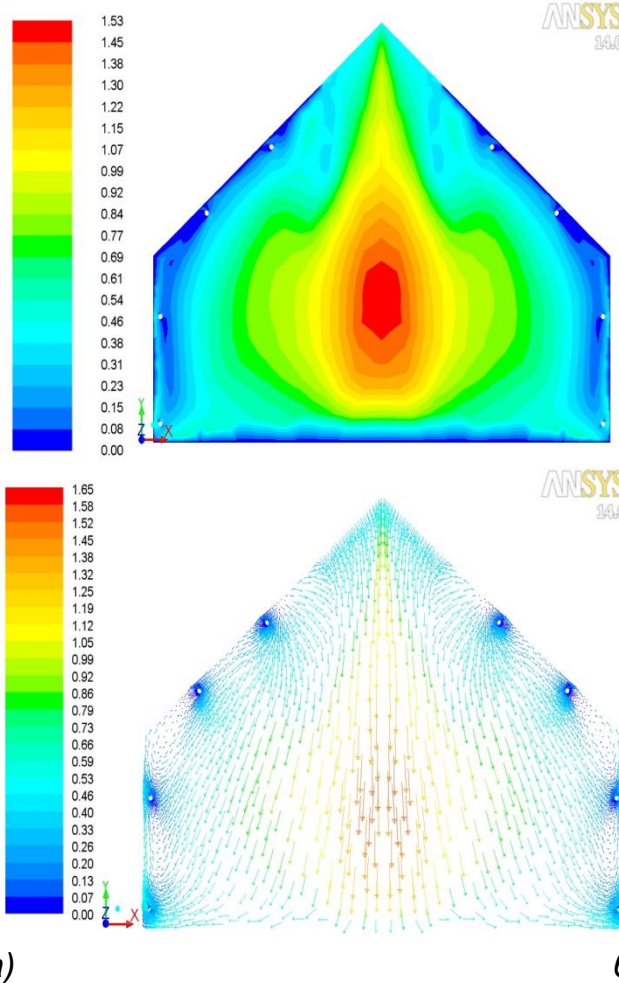


Рис. 6. Зміна швидкостей руху повітря в теплиці за поперечного перерізу секції по осі 0у на середині вентиляційного отвору:
а – поля швидкостей; б – вектори швидкостей.

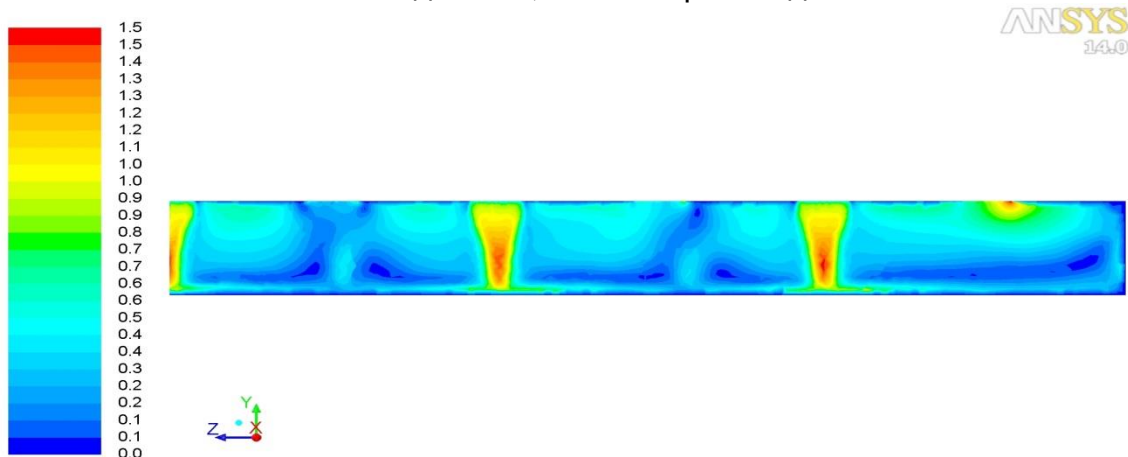


Рис. 7. Зміна полів швидкостей руху повітря в повздовжньому перерізі симетричної половини секції теплиці по середині

Вектори швидкостей руху повітря в повздовжньому перерізі частини секції теплиці по середині приміщення наведені на рис. 8. Ущільнення векторів спостерігається у місцях надходження повітря в теплицю та видалення повітря з неї через вентиляційні отвори (фрамуги). Максимальна швидкість руху повітря досягається після проходження його через фрамуги всередину теплиці, і становить 1,6 м/с, але за досягнення нижньої частини приміщення (ґрунту) – швидкість різко сповільнюється, і в середньому коливається в межах 0,4..0,5 м/с.

Наведена вище середня швидкість руху повітря в теплиці не перевищує оптимальних норм (0,3-0,5 м/с), а з метою поліпшення умов руху повітря навколо листка рослини в об'ємі теплиці можна підвищити швидкість повітря над рослинами до 1 - 1,5 м/с [4].

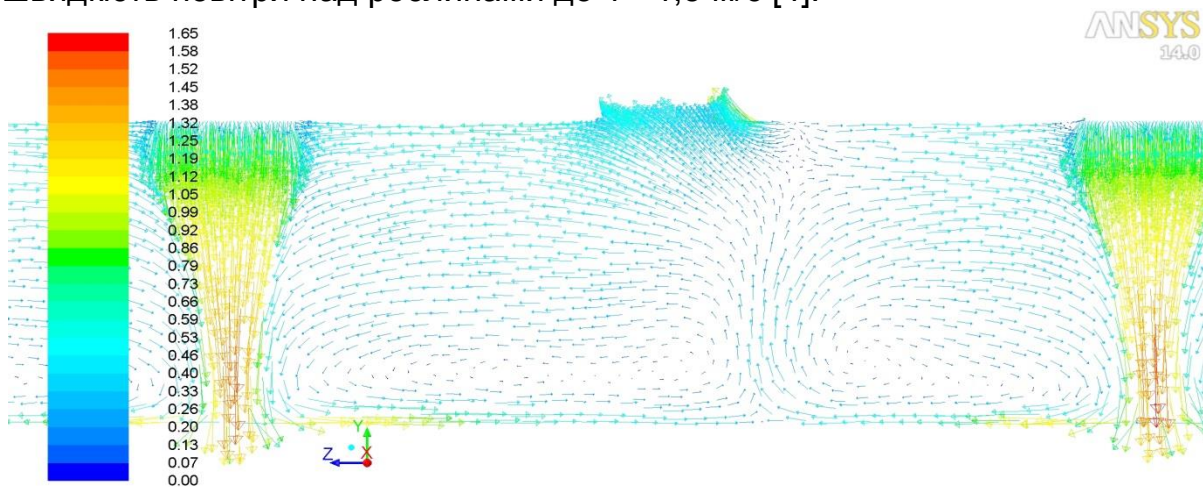


Рис. 8. Зміна векторів швидкостей руху повітря в повздовжньому перерізі частини секції теплиці по середині

На рис. 9 показані радіаційні теплові поля, при повному вигляді секції теплиці. Як видно із рисунка, щільність теплового потоку випромінювання сягає відмітки 37 Вт/м².

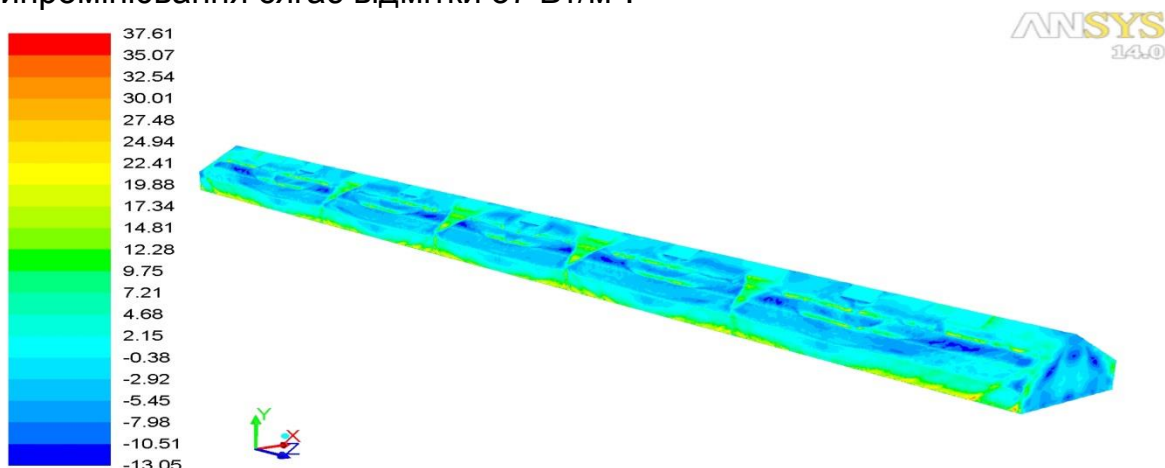


Рис. 9. Радіаційні теплові поля при повному вигляді секції теплиці

В результаті чисельного моделювання процесів гідродинаміки і теплообміну, що протікають за взаємодії системи опалення та вентиляції,

проведено аналіз розподілу температур, радіаційних теплових потоків і швидкостей руху повітря у виробничій секції теплиці.

Висновки

1. Використовуючи програмний комплекс ANSYS Fluent проведено комп'ютерне математичне моделювання процесів гідродинаміки і теплообміну, що протікають всередині тепличного приміщення, за взаємодії опалювальної та вентиляційної системи.

2. Проведено аналіз векторів швидкостей, температурних полів і радіаційних теплових потоків, отриманих в результаті чисельного моделювання.

3. Отримано необхідні дані для оцінки та створення оптимального температурно-вологісного режиму у виробничих відділеннях промислової теплиці.

Список використаних джерел

1. Гіль Л. С. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Ч.1. Закритий ґрунт: навчальний посібник. / Л. С. Гіль, А. І. Пашковський, Л. Т. Суліма. – Вінниця: Нова Книга, 2008. – 368 с.

2. Горобець В. Г. Комп'ютерне математичне моделювання процесів тепло- і масопереносу при вентиляції повітря в птицеводчих приміщеннях. / В. Г. Горобець, В. І. Троханяк. // Вестник ВИЭСХ. – 2015. – №4. (20). – С. 85 – 90.

3. Горобець В. Г. Комп'ютерне математичне моделювання процесів тепло- і масо переносу при вентиляції повітря в птахівничих приміщеннях. [Електронний ресурс] / В. Г. Горобець, В. І. Троханяк // Мелітополь: ТДАТУ. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <http://nauka.tsatu.edu.ua/e-journals-tdatu/pdf5t1/24.pdf>.

4. Современное овощеводство закрытого и открытого грунта. / [Е. Н. Белогубова, А. М. Васильев, Л. С. Гиль та ін.]. – К.: ОАО "Изд-во "Киев. правда", 2006. – 528 с.

5. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя./ Г. Шлихтинг. — М.: Наука, 1974.

6. Spalart P. Allmaras S. A one-equation turbulence model for aerodynamic flows. // Technical Report AIAA-92-0439. American Institute of Aeronautics and Astronautics. 1992.

7. Spalart, P. R., Allmaras, S. R. A One-Equation Turbulence Model for Aerodynamic Flows," La Recherche Aerospaciale, No. 1, 1994, pp. 5-21.

References

1. Gil', L. S., Pashkovskiy, A. I., Sulima, L. T. (2008). Suchasni tehnologii ovochivnictva zakritogo i vidkritogo gruntu. Ch.1. Zakritij grunt. Navchal'nij posibnik [Modern technologies of vegetable closed and open ground. P. 1. Closed ground. Tutorial]. Vinnicya, Ukraine: New Book, 368.

2. Gorobets, V. G., Trokhanyak, V. I. (2015). Komp'yuternoe matematicheskoe modelirovanie processov teplo- i massoperenosa pri ventilyacii vozduxa v pticevodcheskih pomeshcheniyah [Computer mathematical modeling of heat and mass transfer in the air ventilation in the poultry indoors]. Vestnik VIESH, 4(20), 85–90.

3. Gorobets, V. G., Trokhanyak, V. I. (2015). Komp'yuterne matematichne modelyuvannya procesiv teplo- i masoperenosu pri ventilyacii povitrya v ptahivnichih primishchennyah [Computer mathematical modeling of heat and mass transfer in the

air ventilation in poultry indoors]. Melitopol: TDATU. / Available at : <http://nauka.tsatu.edu.ua/e-journals-tdatu/pdf5t1/24.pdf>

4. Belogubova, E. N., Vasil'ev, A. M., Gil', L. S. (2006). Sovremennoe ovoshhevodstvo zakry'togo i otkry'togo grunta [Modern horticulture closed and open ground]. Kyiv, Ukraine: OAO "Publishing house "Kiev true", 528.

5. Shlihting G. (1974). Teoriya pogranchnogo sloya [The theory of the boundary layer]. Moscow, Russia: Science.

6. Spalart, P. R., Allmaras, S. R. (1992). A one-equation turbulence model for aerodynamic flows. Technical Report AIAA-92-0439. American Institute of Aeronautics and Astronautics.

7. Spalart, P. R., Allmaras, S. R. (1994). A One-Equation Turbulence Model for Aerodynamic Flows. La Recherche Aerospaciale, 1, 5–21.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ГИДРОДИНАМИКИ И ТЕПЛООБМЕНА СИСТЕМЫ МИКРОКЛИМАТА В ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕПЛИЦЕ

Б. В. Куляк, В. И. Троханяк

Аннотация. *Проведено численное моделирование процессов гидродинамики и теплообмена, происходящих при взаимодействии отопительной и вентиляционной системы микроклимата в пределах производственных помещений промышленных теплиц. Используя программный комплекс ANSYS Fluent для компьютерного математического моделирования, были получены поля температур, векторы скоростей и радиационные тепловые потоки в теплице.*

Ключевые слова: *математическое моделирование, процессы гидродинамики и теплообмена, теплица, температурно-влажностный режим, системы вентиляции и отопления*

COMPUTER MATHEMATICAL MODELING OF HYDRODYNAMICS AND HEAT TRANSFER FOR THE SYSTEM MICROCLIMATE IN INDUSTRIAL GREENHOUSES

B. V. Kuliak, V. I. Trokhanyak

Annotation. *Mathematical modeling of hydrodynamics and heat transfer occurring in the interaction of heating and ventilation systems in industrial buildings greenhouses. Using the software package ANSYS Fluent to computer mathematical modeling were obtained temperature fields, velocity vectors and radiative heat fluxes in the greenhouse.*

Keywords: *mathematical modeling, hydrodynamics and heat transfer processes, industrial greenhouse, temperature and humidity conditions, ventilation and heating systems*