



#11 (51), 2019 część 3
Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe
(Warszawa, Polska)
Czasopismo jest zarejestrowane i publikowane w Polsce. W czasopiśmie publikowane są artykuły ze wszystkich dziedzin naukowych. Czasopismo publikowane jest w języku polskim, angielskim, niemieckim i rosyjskim.

Artykuły przyjmowane są do dnia 30 każdego miesiąca.

Częstotliwość: 12 wydań rocznie.

Format - A4, kolorowy druk

Wszystkie artykuły są recenzowane

Każdy autor otrzymuje jeden bezpłatny egzemplarz czasopisma.

Bezpłatny dostęp do wersji elektronicznej czasopisma.

Zespół redakcyjny

Redaktor naczelny - Adam Barczuk

Mikołaj Wiśniewski

Szymon Andrzejewski

Dominik Makowski

Paweł Lewandowski

Rada naukowa

Adam Nowicki (Uniwersytet Warszawski)

Michał Adamczyk (Instytut Stosunków Międzynarodowych)

Peter Cohan (Princeton University)

Mateusz Jabłoński (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)

Piotr Michalak (Uniwersytet Warszawski)

Jerzy Czarnecki (Uniwersytet Jagielloński)

Kolub Frennen (University of Tübingen)

Bartosz Wysocki (Instytut Stosunków Międzynarodowych)

Patrick O'Connell (Paris IV Sorbonne)

Maciej Kaczmarczyk (Uniwersytet Warszawski)

#11 (51), 2019 part 3
East European Scientific Journal
(Warsaw, Poland)
The journal is registered and published in Poland. The journal is registered and published in Poland. Articles in all spheres of sciences are published in the journal. Journal is published in **English, German, Polish and Russian.**

Articles are accepted till the 30th day of each month.

Periodicity: 12 issues per year.

Format - A4, color printing

All articles are reviewed

Each author receives one free printed copy of the journal

Free access to the electronic version of journal

Editorial

Editor in chief - Adam Barczuk

Mikołaj Wiśniewski

Szymon Andrzejewski

Dominik Makowski

Paweł Lewandowski

The scientific council

Adam Nowicki (Uniwersytet Warszawski)

Michał Adamczyk (Instytut Stosunków Międzynarodowych)

Peter Cohan (Princeton University)

Mateusz Jabłoński (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)

Piotr Michalak (Uniwersytet Warszawski)

Jerzy Czarnecki (Uniwersytet Jagielloński)

Kolub Frennen (University of Tübingen)

Bartosz Wysocki (Instytut Stosunków Międzynarodowych)

Patrick O'Connell (Paris IV Sorbonne)

Maciej Kaczmarczyk (Uniwersytet Warszawski)

**Dawid Kowalik (Politechnika
Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)**

**Peter Clarkwood(University College
London)**

**Igor Dzedzic (Polska Akademia
Nauk)**

**Alexander Klimek (Polska Akademia
Nauk)**

**Alexander Rogowski (Uniwersytet
Jagielloński)**

Kehan Schreiner(Hebrew University)

**Bartosz Mazurkiewicz (Politechnika
Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)**

**Anthony Maverick(Bar-Ilan
University)**

**Mikołaj Żukowski (Uniwersytet
Warszawski)**

**Mateusz Marszałek (Uniwersytet
Jagielloński)**

**Szymon Matysiak (Polska Akademia
Nauk)**

**Michał Niewiadomski (Instytut
Stosunków Międzynarodowych)**

Redaktor naczelny - Adam Barczuk

**Dawid Kowalik (Politechnika
Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)**

**Peter Clarkwood(University College
London)**

**Igor Dzedzic (Polska Akademia
Nauk)**

**Alexander Klimek (Polska Akademia
Nauk)**

**Alexander Rogowski (Uniwersytet
Jagielloński)**

Kehan Schreiner(Hebrew University)

**Bartosz Mazurkiewicz (Politechnika
Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)**

**Anthony Maverick(Bar-Ilan
University)**

**Mikołaj Żukowski (Uniwersytet
Warszawski)**

**Mateusz Marszałek (Uniwersytet
Jagielloński)**

**Szymon Matysiak (Polska Akademia
Nauk)**

**Michał Niewiadomski (Instytut
Stosunków Międzynarodowych)**

Editor in chief - Adam Barczuk

1000 kopii.

**Wydrukowano w «Aleje Jerozolimskie
85/21, 02-001 Warszawa, Polska»**

**Wschodnioeuropejskie Czasopismo
Naukowe**

**Aleje Jerozolimskie 85/21, 02-001
Warszawa, Polska**

E-mail: info@eesa-journal.com ,

<http://eesa-journal.com/>

1000 copies.

**Printed in the "Jerozolimskie 85/21, 02-
001 Warsaw, Poland»**

East European Scientific Journal

**Jerozolimskie 85/21, 02-001 Warsaw,
Poland**

E-mail: info@eesa-journal.com ,

<http://eesa-journal.com/>

СОДЕРЖАНИЕ

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ

Война І. М., Буряк-Габрись І. О. ВИСОТНА ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ ТА РІЗНОМАНІТТЯ МІСТЕЧКОВИХ ЛАНДШАФТІВ СХІДНОГО ПОДІЛЛЯ	4
--	---

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Апете Г.Л. ДИНАМИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА КОЛИЧЕСТВА ВОЗДУХА, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ПРОВЕТРИВАНИЯ СТРОЯЩИХСЯ ТОННЕЛЕЙ ПО ФАКТОРУ МЕТАНОВОЙ ОПАСНОСТИ	10
--	----

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Яремчук О. С. ВДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА МОЛОКА ТА КОНТРОЛЬ МІКРОКЛІМАТУ НА ФЕРМАХ МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ	14
--	----

Подпалая Т. В., Шевчук Н. П. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНТРОПИЙНО-ИНФОРМАЦИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОРОДООБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В МОЛОЧНОМ СКОТОВОДСТВЕ	24
---	----

Варпиховський Р. Л. ВПЛИВ ГЕНОТИПОВИХ І ФЕНОТИПОВИХ ЧИННИКІВ НА МОЛОЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ	34
--	----

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Курстак В.Ю. ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОВОЙ ФАЗОВОЙ РЕШЕТКИ НА характеристики Ультракоротких импульсов Излучения РОС- ЛАЗЕРА на красителях	44
---	----

Мирзоева К. А. ПРОДОЛЬНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ВЯЗКОУПРУГИХ СТЕРЖНЕЙ	52
---	----

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ

Война Інна Миколаївна

*Кандидат географічних наук,
старший викладач кафедри географії
Вінницького державного педагогічного університету
ім. М. Коцюбинського*

Буряк-Габрись Ірина Олександрівна

*спірант кафедри географії
Вінницького державного педагогічного університету
ім. М. Коцюбинського*

ВИСОТНА ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ ТА РІЗНОМАНІТТЯ МІСТЕЧКОВИХ ЛАНДШАФТІВ СХІДНОГО ПОДІЛЛЯ

Woyna I. M.

*Candidate of Geographical Sciences,
Senior Officer of the Department of Geography
Vinnytsia State Pedagogical University
named after M. Kotsiubinsky*

Buriak-Gabrys I.O.

*graduate student of the Department of Geography
Vinnytsia State Pedagogical University
named after M. Kotsiubinsky*

Summary. Altitude differentiation of urban landscapes from the point of view of their confinement to different types of terrain and altitude-landscape levels is considered. The peculiarities of placement of types of urban landscape are analyzed: water-recreational, garden-park, low- and high-rise etc. The differences in the altitude and landscape structure of the urban landscapes of the northern, central and southern parts of the Vinnytsia region are revealed. In addition to altitude differentiation, the vertical structure of modern landscapes of Vinnytsia towns is also characterized. The dependence of landscape diversity on the altitude differentiation of urban landscapes has been revealed, in particular, by mapping, the landscape structure of modern landscape complexes in the natural area of Bar town and restored pre-agricultural landscapes has been compared. It is revealed that landscape diversity of modern landscapes is characterized by higher diversity rates in the number of types of landscape complexes per unit area than in the past, which indicates an increase in landscape diversity due to anthropogenic factor.

Анотація. Розглянута висотна диференціація містечкових ландшафтів з позицій їх приуроченості до різних типів місцевостей та висотно-ландшафтних рівнів. Проаналізовано особливості розміщення типів містечкового ландшафту: водно-рекреаційного, садово-паркового, мало- та високоповерхового тощо. Виявлено відмінності у висотно-ландшафтній структурі містечкових ландшафтів північної, центральної та південної частин території Вінницької області. Крім висотної диференціації схарактеризовано також вертикальну структуру сучасних ландшафтів містечок Вінниччини. Виявлено залежність ландшафтного різноманіття від висотної диференціації містечкових ландшафтів, зокрема, шляхом картографування співставлено ландшафтну структуру сучасних ландшафтних комплексів на натурній ділянці містечка Бар та відновлених доагрокультурних ландшафтів. Виявлено, що ландшафтне різноманіття сучасних ландшафтів характеризується вищими показниками різноманіття за кількістю видів ландшафтних комплексів на одиницю площі, ніж у минулому, що свідчить про збільшення ландшафтного різноманіття під дією антропогенного чинника.

Keywords: *urban landscapes, altitude differentiation, altitude-landscape levels, types of terrain, landscape diversity, optimization.*

Ключові слова: *містечкові ландшафти, висотна диференціація, висотно-ландшафтні рівні, типи місцевостей, ландшафтне різноманіття, оптимізація.*

Наявність проблеми. Явище висотної диференціації антропогенних ландшафтів на рівнинах яскраво проявляється в межах містечкових ландшафтів. Крім того у містечках це явище відзначається певною своєрідністю. Явище висотної диференціації проявляється у наявності висотно-ландшафтних рівнів та типів місцевостей, тому є доцільним розглянути приуроченість

містечкових поселень до різних типів місцевостей та висотно-ландшафтних рівнів. Висотна диференціація урочищ містечкових ландшафтів проявляється не лише у вище згаданій закономірності, а й у їх вертикальній структурі.

Аналіз попередніх досліджень. Уперше термін «висотна диференціація» в антропогенному ландшафтознавстві у 1970 р. застосовував

Ф.М. Мільков [9]. Досліджуючи селитебні ландшафти, він зазначив, що у міських і містечкових ландшафтах вертикальний «розріз» досить потужний і в окремих випадках виходить за межі ландшафтної сфери Землі, особливо це стосується великих міських агломерацій [9]. Розглядаючи антропогенні зміни рельєфу м. Хмельницького, О. Колтун [7] навіть виділяє наявність «міських каньйонів».

Розширення ландшафтної сфери вглиб на 35-50 м відбувається за рахунок створення в містах і містечках підземних комунікацій [4, 7]. О.Ю. Дмитруком [6] розроблені показники і коефіцієнти, що характеризують особливості вертикальної структури в містах (на прикладі м. Києва). Вертикальну структуру характеризують: висота ландшафтно-техногенних елементів (будівель, споруд – у поверхах або метрах), глибина проникання ландшафтно-техногенних елементів, їх потужність тощо.

Висотну диференціацію та різноманіття містечкових ландшафтів варто розглядати не лише характеризуючи особливості і висоту ландшафтно-інженерних структур, а, насамперед, з позицій приуроченості до типів місцевостей, розчленованості рельєфу, що розглянуто у низці наукових праць [2, 4, 5, 8]. Так, Г.І. Денисюк висотну диференціацію антропогенних ландшафтів Правобережної України показав у вигляді схеми взаємозв'язку між міськими і містечковими ландшафтами і ландшафтно-технічними системами, та залежність їх від висотної диференціації типів місцевостей [4].

Мета – провести детальний аналіз містечкових ландшафтів Вінницької області та з'ясувати, яким чином залежить антропогенне ландшафтне різноманіття від висотних особливостей досліджуваної території.

Результати дослідження. Формування містечкових ландшафтів у межах Східного Поділля почалося в долинах річок Південний Буг, Дністер та їх приток, на схиловому типі місцевостей. На початку ХХ ст. значні ділянки долини Південного Бугу займають міські і містечкові ландшафти Вінниці, Гнівані, Хмільника. У долині р. Соб розташовані Гайсин і Липовець, на Сільниці – Ладжин і Тульчин. У долинах Дністра – містечка Ямпіль і Могилів-Подільський, а на його притоці р. Мурашці – Шаргород. Містечка північної частини Вінницької області розташовані в долинах річок, що відносяться до басейну Дніпра: Козятин – на р. Гуївка, Погребище – на р. Рось.

Таким чином, містечка Східного Поділля, які формувались у долинах річок, були приурочені у ландшафтному відношенні до схилового або надзаплавно-терасового типів місцевостей (залежно від морфології долини річки). З часом містечка розростались і виходили за межі одного типу місцевостей. Тому висотна структура сучасних міських ландшафтів Східного Поділля визначається їхньою приналежністю до кількох типів місцевостей. Крім того, у містах явище висотної диференціації ландшафтних комплексів

відзначається певною своєрідністю. Висотна диференціація урочищ містечкових ландшафтів проявляється не лише у наявності висотно-ландшафтних рівнів та типів місцевостей, а й у їх висотній структурі. Як відомо, у містечках висота споруд сягає кількох десятків метрів, а підземні комунікації мають глибину до десятка метрів. Усе це створює вертикальну диференціацію урочищ, а також своєрідні природні умови. Зокрема, у містечкових ландшафтах суттєво змінений мікроклімат: збільшується запиленість атмосфери, знижується вміст кисню у повітрі і збільшується кількість вуглекислоти, підвищується температура повітря, змінюється система вітрів, збільшуються кількість атмосферних опадів та поверхневий стік, забруднюються водойми і ґрунти.

У містечках відбувається докорінна перебудова рельєфу. Відповідно, новостворені форми рельєфу сприяють збільшенню різноманіття міських ландшафтів. У містечках Східного Поділля виділяються такі типи містечкових ландшафтів [4]: малоповерховий, багатоповерховий, промислово-селитебний, садово-парковий, водно-рекреаційний, які в залежності від приуроченості до різних типів місцевостей формують різні види урочищ.

Нижній акумулятивний висотно - ландшафтний рівень. *Заплавний тип місцевостей.* Для заплавного типу місцевостей характерні такі типи містечкового ландшафту: водно-рекреаційний, садово-парковий, селитебний малоповерховий тощо.

Водно-рекреаційний тип містечкового ландшафту є найбільш типовим для заплав і русел річок. Він притаманний для кожного містечка області. Цей тип ландшафту формується, як правило, на розширених ділянках заплав річок. Іноді це створений піщаний пляж з захисними від сонця спорудами, рятувальними майданчиками тощо. Найчастіше це ділянки річок, ставків чи водосховищ з покатым дном і широким, майже рівним берегом, які населення використовує для купання. Тихі й мальовничі ділянки річок та їх заплав використовуються для рибної ловлі або прогулянок.

Садово-паркові ландшафти заплавного типу місцевостей гармонійно доповнюють красу річок та озер Вінницької області: Південного Бугу – у Хмільнику, Згару – у Літині, Рову – в Бару тощо. Це зазвичай оригінальні зразки садово-паркового мистецтва з ЛІС (ландшафтно-інженерними спорудами) фонтанів, арок, алей, які розташовані на рівних ділянках заплав і використовуються населенням для відпочинку.

Незначну частку в межах заплавного типу місцевостей займає малоповерховий тип містечкового ландшафту. Тут розташовані, переважно, урочища городів, а урочища житлових споруд розміщуються значно вище – на пологіх схилах або надзаплавних терасах, хоча останнім часом житлові споруди будуються майже впритул до річок.

Надзаплавно-терасовий тип місцевостей є

зручним для створення селитебних ландшафтних комплексів, завдяки рівнинній і стійкій поверхні. Саме тому для надзаплавних терас Побужжя (рис.

1), характерні малоповерховий і багатоповерховий типи містечкових ландшафтів.

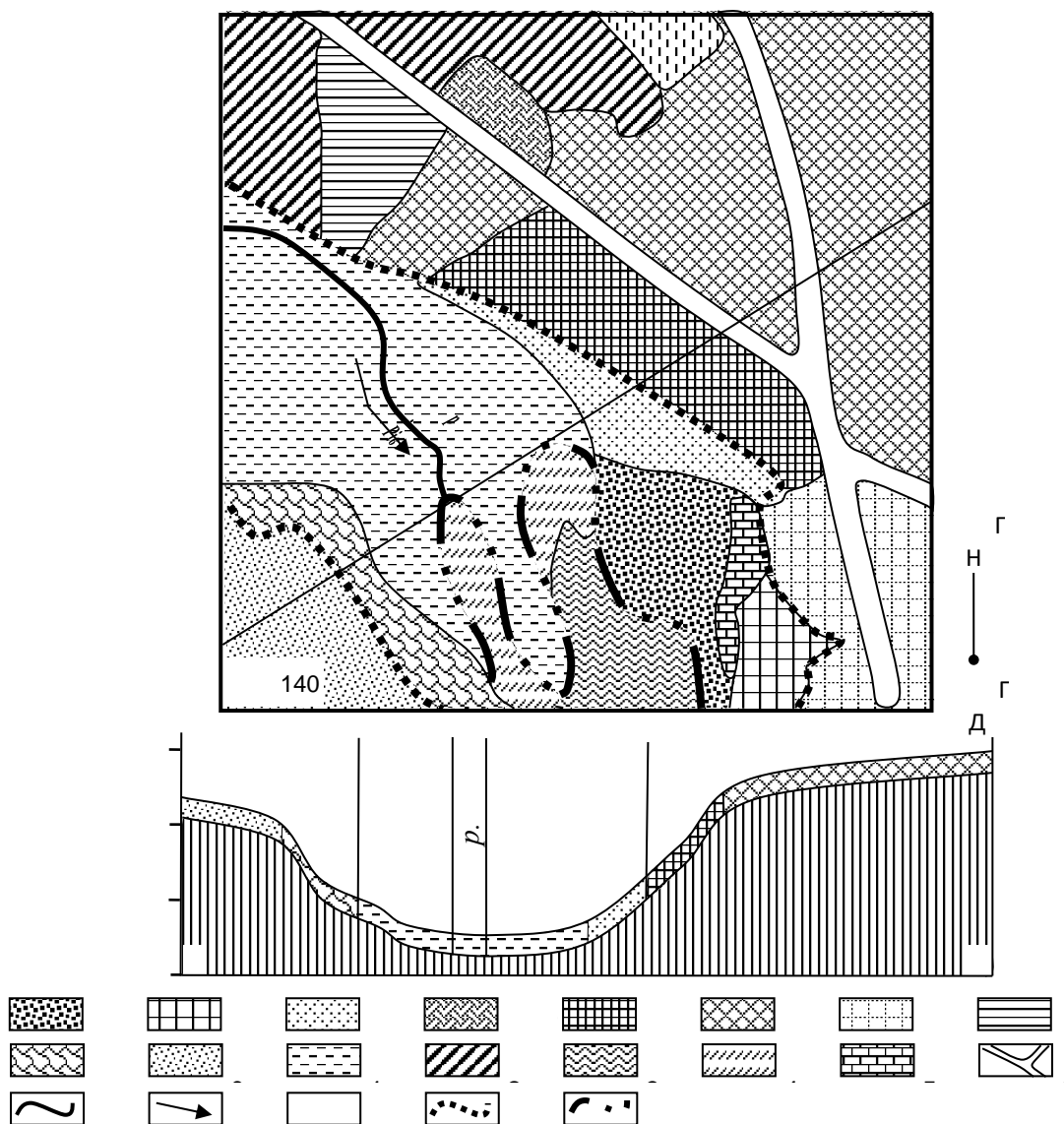


Рис. 1. Висотна диференціація та ландшафтне різноманіття містечкових селитебних ландшафтів (м. Бар)

Типи місцевостей. I – русловий, II – заплавний, III – надзаплатно-терасовий.

Селитебні ландшафти. **Міські.** **Заплатні.** **Садово-паркові.** **Урочища:** 1 - слабо хвилясті алювіальні поверхні заплави з видозміненими ґрунтами, зайняті парком, 2 – слабо хвилясті алювіальні поверхні заплави з видозміненими ґрунтами, зайняті ЛТС (ландшафтно-техногенними системами), що представлені пам'ятниками загиблим воїнам у роки Великої Вітчизняної війни. **Малоповерхові.** **Урочища:** 3 – спадисті схили високої алювіальної заплави з видозміненими ґрунтами, зайняті під малоповерхову житлову забудову. **Надзаплатно-терасові.** **Садово-паркові.** **Урочища:** 4 – хвилясті алювіальні поверхні з сірими лісовими ґрунтами з кленово-ясеневими насадженнями, вузькими (ширина до 2 м)

стежками, які використовуються для відпочинку міського населення. **Малоповерхові.** **Урочища:** 5 – слабо спадисті алювіальні поверхні з сірими лісовими ґрунтами, зайняті присадибними ділянками. **Багатоповерхові.** **Урочища:** 6 – багатоповерхова забудова на рівних, алювіальних поверхнях з видозміненими сірими лісовими ґрунтами, 7 – спадисті алювіальні схили надзаплатної тераси з видозміненими сірими лісовими ґрунтами, зайняті адміністративними спорудами, 8 - слабо спадисті алювіальні поверхні надзаплатної тераси, з видозміненими сірими лісовими ґрунтами, зайняті під гаражі.

Сільські. **Заплатні.** **Урочища:** 9 – слабо хвилясті алювіальні поверхні заплави з лучними ґрунтами, зайняті городніми ділянками. **Надзаплатно-терасові.** **Урочища:** 10 – спадисті

алювіальні схили надзаплавних терас з видозміненими сірими лісовими ґрунтами, зайняті присадибними ділянками.

Сільськогосподарські ландшафти. Лучно-пасовищні. *Заплавні. Урочища:* 11 – пологі алювіальні схили (до 3°) заплави з лучно-дерновими ґрунтами з різнотравно-злаковою рослинністю, що місцями використовуються під випас. *Польові. Надзаплавно-терасові. Урочища* 12 – слабо хвилясті алювіальні поверхні надзаплавної тераси з сірими лісовими ґрунтами, зайняті польовими сівозмінами.

Водні антропогенні ландшафти. Внутрішньоаквальної. *Урочища:* 13 – прибережне мілководдя (до 1 м) з пологим (до 3°) схилом, з товщами (до 1 м) мулистих відкладів та водно-болотною рослинністю, 14 – очеретяно-осокові заболочені комплекси верхів'я ставка і русла річки.

Белігеративні ландшафти. Заплавний. *Урочища:* 15 – залишки валів та руїн старовинного замку на слабо хвилястій алювіальній поверхні високої заплави з видозміненими ґрунтами.

Дорожні ландшафти. Шосейні. 16 - насипні асфальтові шосе.

Інші позначки: 17 - русло річки Рів, 18 - напрям течії річки.

Межі ландшафтних структур: 12 – урочищ. типів місцевостей: натуральних: 13 –заплавного і надзаплавно-терасового; антропогенних: 14 – заплавного і ставково-заплавного.

Малоповерховий тип міського ландшафту займає обширні площі у багатьох містечках Східного Поділля (Калинівка, Липовець, Бар). Малоповерхова забудова доповнюється урочищами городів, садів на вирівняних ділянках терас.

У структурі багатоповерхового типу містечкового ландшафту переважають ландшафтно-техногенні комплекси будинків, заасфальтованих дворів і площ. Озеленення вулиць тут відзначається бідністю, переважають «закриті ґрунти» [4].

Промисловий тип містечкових ландшафтів створювався зазвичай на околицях міст, однак за рахунок розростання території містечок, цей тип ландшафту часто оточувався житловими спорудами і врешті перетворився на промислово-селитебний. Дорожні ландшафти на терасах мають вигляд рівних смуг. Висота дорожних насипів 1,5-3 м [5].

Середній денудаційно-аккумулятивний висотно-ландшафтний рівень. На *схиловому типі місцевостей* переважають малоповерховий, садово-парковий, дорожний типи містечкового ландшафту.

У верхніх ділянках схилів (верхня мікросмуга) (рис. 1) переважає промислова забудова, дорожні й селитебні урочища, представлені багатоповерховим типом ландшафту. У структурі поселень схилового типу місцевостей чітко виділяються мікросмуги [1].

Так *верхня мікросмуга* – це, переважно, покаті схили з чітким плануванням забудов,

широкими вулицями, просторими площадками, є багато зелених насаджень.

Середньосхилова мікросмуга є малоприсадибною для висотної забудови. Тут споруджені нагірні парки, меморіальні і спортивні споруди вписані у нерівності рельєфу.

У містечках Вінницького Придністер'я - Могилеві-Подільському, Ямполі, де схиловий тип місцевостей є домінуючим, *середньосхилова мікросмуга* являє собою тераси з майже суцільною індивідуальною забудовою і присадибним озелененням. Дорожні урочища представлені, переважно, пішохідними спусками з частими виїмками і розмитими ґрунтами.

Нижньосхилова мікросмуга містечок Східного Поділля зайнята, зазвичай, водоемкими промисловими спорудами, портами, набережними, пристанями, водними станціями, пляжами, зеленими смугами, бульварами, інженерними укріпленнями берегів.

Структура садово-паркового типу містечкових ландшафтів визначається оригінальними поєднаннями крутих і покятих схилів з рівнинними ділянками. Найчастіше архітектурні споруди у таких парках займають верхні мікросмуги схилів або спадисті їх ділянки. Круті ж схили зайняті деревами та кущами.

Плакорний тип місцевостей. Домінуючим тут є мало- і, частково, багатоповерховий тип містечкових ландшафтів на вирівняних, слабохвилястих поверхнях вододілів (Жмеринка, Козятин, Немирів, Шаргород, Тульчин, Погребище). Багатоповерхові будівлі займають на плакорах не значні площі, однак з кожним роком цей тип ландшафту розширюється. При цьому виникають своєрідні умови, адже містечко зі спорудами, які здіймаються високо, а також переходить від тісно забудованих вулиць до парків і площ, ускладнюють переміщення вітрових потоків і створюють свій власний режим вітру. У містечках виникають «коридорні вітри», не пов'язані з напрямом пануючого повітряного потоку.

Клімат містечка за всіма показниками відрізняється від клімату прилеглої місцевості. Збільшення температур призводить до збільшення безморозного періоду у містечку на 4-6 днів і скорочення періоду зі сніговим покривом на 5-10 днів порівняно з околицями.

Дорожний тип містечкових ландшафтів представлений автомобільними, та залізничними шляхами. Технічний блок ЛПС автомобільних доріг представлений автозупинками, автозаправками, автовокзалами, автостоянками, автобазарами, станціями технічного обслуговування, майстернями по ремонту автомашин, троллейбусними депо тощо [9]. Залізничні шляхи приурочені, переважно, до вирівняних ділянок вододілів. У містечках часто вони прокладені на високих насипах, а над автомобільними шляхами залізничні проїзди проходять у вигляді мостів (Калинівка, Жмеринка).

Рекреаційний тип містечкових ландшафтів формується на територіях, прилеглих до лікарень, санаторіїв, диспансерів, будинків відпочинку, дитячих таборів, спортивних баз [10].

Ландшафтне різноманіття будь-яких антропогенних ландшафтів характеризується кількістю класів, типів місцевостей та типів урочищ на натурних ділянках. Така класифікація ландшафтних комплексів натурних ділянок наведена у легенді карти (рис. 1). Якщо ж співставити карту сучасних ландшафтів натурної ділянки м. Бар з картою натуральних ландшафтних комплексів, що були на місці м. Бар в доагрокультурний час (рис. 2), видно, що кількість сучасних ландшафтних комплексів збільшилась.

Порахувавши кількість видів ландшафтних комплексів на натурній ділянці, можна вирахувати показники хорологічної та типологічної різноманітності ландшафтів, які розраховувались за формулами М.Д. Гродзинського [3]. Результати таких досліджень представлені у таблиці 1.

З картосхем та таблиці видно, що в межах заплавного типу місцевостей відбулися зміни у ландшафтній структурі у зв'язку з побудовою на річці ставка. Відповідно збільшилась площа руслового і зменшилась площа заплавного типу місцевостей. Обчисливши показники хорологічного та типологічного різноманіття, зроблено висновок, що показники хорологічного та типологічного різноманіття руслового типу в доагрокультурних ландшафтах високі, але лише за рахунок того, що русло річки займало незначну площу (0,08 га), на яку припадає лише одне урочище. Сучасний русловий тип місцевостей займає обширні простори (56,9 га), а урочищ всього 2, тому показник ландшафтної різноманітності становить 0,03. Площа заплавного типу місцевостей на сьогодні зменшилась за рахунок затоплення водами ставка, однак тут нараховується 6 видів урочищ, і показник типологічного різноманіття дещо перевищує такі показники в натуральних ландшафтах.

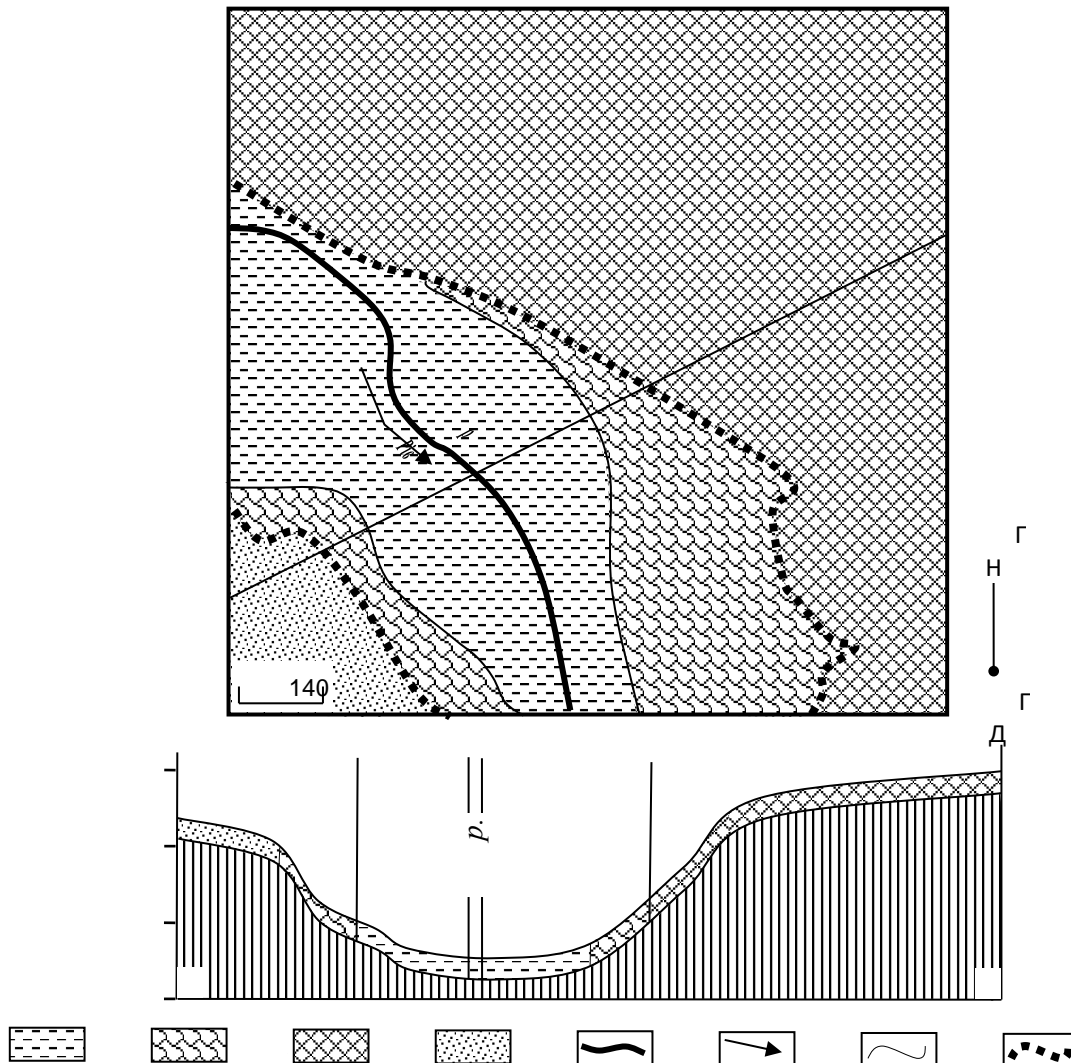


Рис. 2. Відновлена доагрокультурна структура висотної диференціації та ландшафтного різноманіття натуральних ландшафтних комплексів на досліджуваній ділянці м. Бар

Типи місцевостей. I – русловий, II – заплашний, III – надзаплавно-терасовий.

Натуральні. Рівнинні. Підвищених рівнин. Заплавні. Урочища. 1 - виположені алювіальні ділянки заплави з лучно-дерновими ґрунтами з різнотравно-злаковою рослинністю, 2 - спадисті алювіальні схили високої заплави, зайняті лучними ландшафтами. **Надзаплавно-терасові. Урочища.** 3 - слабо хвилясті алювіальні поверхні 1 і 2 надзаплавних терас з сірими лісовими ґрунтами, зайняті дубово-грабовими лісами, 4 – спадисті алювіальні схили 1-ї надзаплавної тераси з сірими

лісовими ґрунтами, зайняті дубово-грабовими лісами.

Інші позначки: 5 - русло річки Рів, 6 - напрям течії річки.

Межі ландшафтних структур: 7 – урочищ. типів місцевостей: 8 – заплавного і надзаплавно-терасового.

Перевага у видовому різноманітті сучасних ландшафтів на натурній ділянці досягається за рахунок надзаплавно-терасового типу місцевостей, який є досить сприятливим для створення антропогенних ландшафтів.

Таблиця 3.1.

Показники сучасного та відновленого (доагрокультурного) хорологічного та типологічного ландшафтного різноманіття на досліджуваній ділянці м. Бар

	Висотно-ландшафтні рівні						Разом на натурній ділянці	
	Акумулятивний							
	Типи місцевостей							
	Русловий		Заплашний		Надзаплавно-терасовий			
	1	2	1	2	1	2	1	2
S _{га}	56,9	0,08	39,9	92	132,2	132,2	224	224
N	2	1	6	3	10	2	18	6
m	2	1	6	2	8	2	16	5
CD ₁	28,45	0,08	6,65	30,6	13,22	66	12,4	37,3
CD ₂	0,03	12,5	0,15	0,03	0,075	0,015	0,08	0,026
TD	0,035	12,5	0,15	0,021	0,06	0,015	0,07	0,02

1 – показники сучасної структури ландшафтів; 2 – показники відновленої, доагрокультурної структури ландшафтів; S – площа досліджуваної території; N – кількість контурів ландшафтів; m – число видів ландшафтів; CD₁ – середня площа одного виду контуру на одиницю площі; CD₂ – число контурів видів ландшафтів на одиницю площі; TD - число видів ландшафтів на одиницю площі.

Висновки. Вивчення висотної диференціації має важливе практичне значення та допомагає вивченню ландшафтного різноманіття території. Знання висотної диференціації допомагають оцінити умови створення поселень, вибрати для цього оптимальні ділянки, вигідно розмістити житлові та промислові зони, розташувати вулиці, будинки, виділити місця під парки та сквери а також спрогнозувати подальший розвиток селитебних ландшафтів.

1. Война І.М. Антропогенні мікросмуги типів місцевостей, їх суть і критерії виділення. Науковий вісник Чернівецького університету: зб. Наук. Праць. Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2012. Вип. 612-613: Географія. – С. 10-12

2. Воропай Л.И. Селитебные геосистемы физико-географических районов Подольи: Учебное пособие., Черновцы: ЧГУ, 1982. 91 с. С. 58-61.

3. Гродзинський М.Д. Основи ландшафтної екології., К.: Либідь, 1993. С. 129.

4. Денисик Г.І. Антропогенні ландшафти Правобережної України., Вінниця: вид-во Арбат,

1998. 292 с.

5. Денисик Г.І., Бабчинська О.І. Селитебні ландшафти Поділля., Вінниця: Видавництво «Теза», 2006. 256 с.

6. Дмитрук О.Ю. Методика ландшафтного аналізу урбанізованих територій (на прикладі міста Києва): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук: спец. 11.00.11. «Конструктивна географія і раціональне використання природних ресурсів» Київ, 1993. 22 с.

7. Колтун О.В. Антропогенні зміни рельєфу міста Хмельницького // Наукові записки. Серія: Географія. Вінниця: ВДПУ ім. Коцюбинського, 2002. Вип. 3. С. 51-55.

8. Куница М.Н. Степень селитебности физико-географических регионов Подолья // Физическая география и геоморфология. К.: Вища школа, 1983. Вип.3. С. 69 -75.

9. Мильков Ф.Н. Ландшафтная сфера Земли., М.: Мысль, 1970. 207 с.

10. Яцентюк Ю.В. Селитебні ландшафти // Середнє Побужжя. Вінниця: Гіпаніс, 2002. С. 149-158.

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Анете Г.Л.

соискатель степени канд.техн.наук,

ФГБОУ ВО ТулГУ «Тульский государственный университет»,

г. Тула, Россия

ДИНАМИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА КОЛИЧЕСТВА ВОЗДУХА, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ПРОВЕТРИВАНИЯ СТРОЯЩИХСЯ ТОННЕЛЕЙ ПО ФАКТОРУ МЕТАНОВОЙ ОПАСНОСТИ

Аннотация. Одним из важнейших моментов при строительстве горных выработок является проветривание. Сущность проветривания горных выработок при их проходке заключается в создании нормальных атмосферных условий; в исключении вредного воздействия на человека содержащихся в рудничной атмосфере ядовитых газов, высоких и низких температур, а также в предотвращении образования опасных скоплений вредных газов.

На этой базе, статья посвящена иному методу расчета количества воздуха, необходимого для проветривания строящихся тоннелей с учетом метановой опасности. Данный изложенный метода расчета основывается на тщательном математическом моделировании аэродинамических обстоятельств при проведении тоннелей. Решение поставленной задачи позволяло нам вывести адекватную формулу для расчета потребного количества воздуха, которое должно быть обеспечено вентилятором местного проветривания.

Abstract. One of the most important points in the construction of mining excavations is ventilation. The essence of ventilation of mining excavations during their sinking is to create normal atmospheric conditions; to eliminate the harmful effects on humans of toxic gases contained in the mine atmosphere, high and low temperatures, as well as to prevent the formation of dangerous accumulations of harmful gases.

On this basis, the article is devoted to a different method for calculating the amount of air required to ventilate tunnels in construction, taking into account the methane hazard. This stated calculation method is based on a thorough mathematical simulation of aerodynamic circumstances of tunnels in construction. The solution of this problem allowed us to derive an adequate formula for calculating the required amount of air, which should be provided by a local ventilation fan.

Ключевые слова. Строящийся тоннель, метановая опасность, стационарная диффузия газа, конвективный перенос метана, вентилятор местного проветривания, предельно допустимая концентрация (ПДК).

Keywords. tunnel in construction, methane hazard, stationary gas diffusion, convective transport, local ventilation fan, maximum permissible concentration (MPC).

Теоретическое обоснование динамического метода расчета количества воздуха, необходимого для проветривания строящихся тоннелей, основывается на решении стационарных задач диффузии газов в вентиляционных струях.

Для прогноза метановой опасности строящегося тоннеля примем математическую модель стационарной диффузии:

$$\frac{d^2c}{dx^2} - \frac{Q_{CT}}{DS_{CT}} \frac{dc}{dx} - \frac{Q_{CT}}{D\Omega_{CT}} \left(c - \frac{I_{CT}}{Q_{CT}} \right) = 0 \quad (1)$$

$$c(0) = 0, \lim_{x \rightarrow \infty} c(x) \neq \infty \quad (2)$$

где: Q_{CT} – среднее количество воздуха, протекающего по строящемуся тоннелю; S_{CT} – площадь поперечного сечения строящегося тоннеля в свету.

Решение краевой задачи (1) и (2) получено в следующем виде:

$$c(x) - c_n = \frac{I_{CT}}{Q_{CT}} \times \left\{ 1 - \exp \left\{ \left[\frac{Q_{CT}}{2DS_{CT}} - \sqrt{0,25 \left(\frac{Q_{CT}}{DS_{CT}} \right)^2 + \frac{Q_{CT}}{D\Omega_{CT}}} \right] x \right\} \right\} \quad (3)$$

Для удобства графического представления введем безразмерный комплекс:

$$C_{CT} = [c(x) - c_n] Q_{CT} / I_{CT}$$

Зависимость (3) позволила провести вычислительный эксперимент, результаты которого представлены на рисунке 1.

Анализ полученной кривой показывает, что она близка к линейной функции, и при необходимости позволяет использовать начальные слагаемые при разложении экспоненты в формуле (3) в бесконечный ряд.

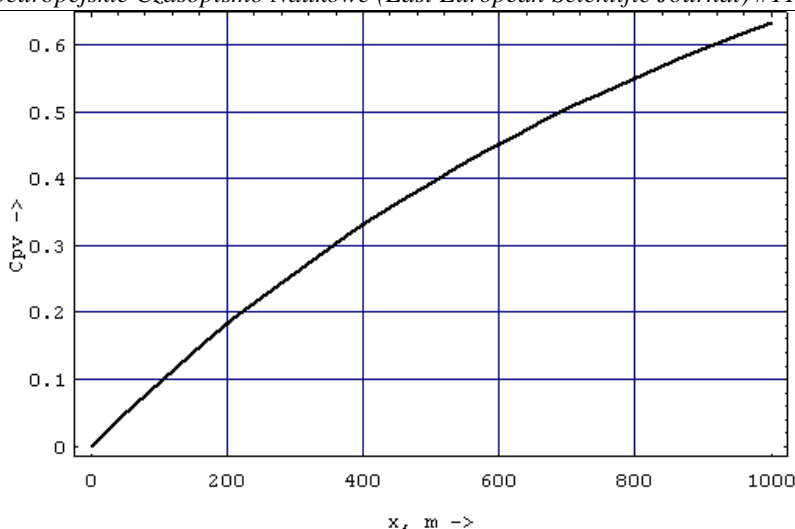


Рис. 1. График зависимости C_{CT} от хода строящегося тоннеля длиной 1000 м

Следовательно, можно записать:

$$Q_{CT} = Su = Q_{ВМП}\eta = Q_{ВМП}[1 - a(L_{mp} - x)]$$

где: $L_{mp} = L_{CT} - L_{н.з}$

L_{mp} – длина вентиляционного трубопровода;

L_{CT} – проектная длина строящегося тоннеля;

$L_{н.з}$ – длина призабойной зоны;

a – эмпирический коэффициент, характеризующий уменьшение коэффициента доставки воздуха с увеличением расстояния;

x – текущая координата.

Не менее важный вывод, качественно подтверждающий адекватность разработанной модели – это возрастание концентрации по направлению движения струи воздуха. Следовательно, зависимость (3) является базовой закономерностью для разработки способа определения метановой опасности строящегося тоннеля. Динамический метод расчета количества воздуха для проветривания строящегося тоннеля также основывается на решении стационарного уравнения диффузии, но при этом учитывают только конвективный перенос метана. Пусть количество воздуха, подаваемого в подготовительный забой $Q_{зп}$, определяют как произведение подачи вентилятора

местного проветривания $Q_{ВМП}$ на коэффициент доставки воздуха η . При этом количество воздуха, протекающего по строящемуся тоннелю

Q_{CT} , увеличивается по мере приближения к ее устью. Расчетная схема воздухообмена и диффузионного переноса метана показана на рисунке 2.

Натурные наблюдения показывают, что продольной турбулентной диффузией метана можно пренебречь и рассматривать только его конвективный перенос. Тогда уравнение стационарной одномерной конвективной диффузии можно записать в следующем виде:

$$\frac{d}{dx}(uc) = \frac{1}{\Omega} [Q_{ВМП}(c_0 - c) + I_{CT}] \quad (4)$$

где: u – средняя по сечению продольная скорость воздуха;

Ω – объем строящегося тоннеля;

c – концентрация метана в произвольной точке строящегося тоннеля;

c_0 – концентрация метана в свежей струе воздуха;

I_{CT} – метановыделение в строящемся тоннеле.

Дивергентную часть уравнения (4) можно представить следующим образом:

$$\frac{d}{dx}(uc) = \frac{d}{dx} \left\{ \frac{Q_{ВМП}c}{S_{CT}} [1 - a(L_{mp} - x)] \right\} = \frac{Q_{ВМП}}{S_{CT}} \left\{ ac + [1 - a(L_{mp} - x)] \frac{dc}{dx} \right\}$$

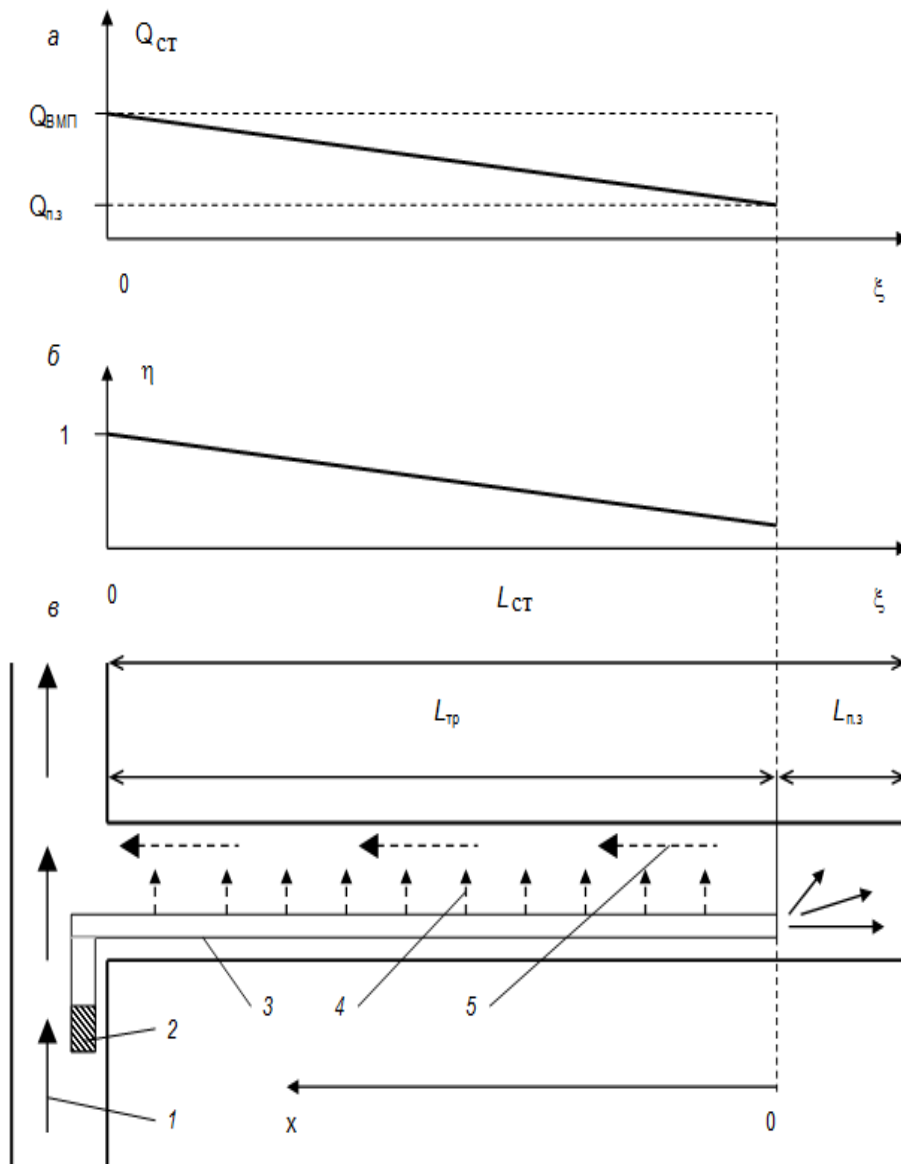


Рис.4.10. Расчетная схема воздухообмена и диффузионного переноса метана в строящемся тоннеле

a – изменение количества воздуха в направлении от устья выработки к забою; *б* – изменение коэффициента доставки воздуха в направлении от устья выработки к подготовительному забою; *в* – схема вентиляции; 1 – свежая струя воздуха; 2 – вентилятор местного проветривания (ВМП); 3 – вентиляционный трубопровод; 4 – утечки воздуха из вентиляционного трубопровода; 5 – исходящая струя воздуха.

Тогда уравнение (4) примет вид:

$$\left[1 - a(L_{mp} - x)\right] \frac{d}{dx} = \left(\frac{1+aL_{CT}}{L_{CT}}\right) \left[\frac{Q_{ВМП}c_0 + I_{CT}}{Q_{ВМП}(1+aL_{CT})} - c\right] \quad (5)$$

Разделяя переменные в уравнении (5), получим, что в соответствии с действующими правилами безопасности справедливо равенство:

$$\int_{c_{н.з.}}^{ПДК} \left[\frac{Q_{ВМП}c_0 + I_{CT}}{Q_{ВМП}(1+aL_{CT})} - c\right]^{-1} dc = \left(\frac{1+aL_{CT}}{L_{CT}}\right) \int_0^{L_{mp}} \frac{dx}{1-a(L_{mp}-x)} \quad (6)$$

где: ПДК – предельно допустимая концентрация метана в воздухе строящегося тоннеля; $c_{н.з.}$ – концентрация метана в призабойном пространстве.

Отсюда следует, что формула для расчета количества воздуха, необходимого для проветривания строящегося тоннеля с учетом конвективного переноса метана, имеет следующий вид:

$$Q_{ВМП} = I_{СТ}[1 - \exp(-\lambda_1 \ln \lambda_2)] \times \{(1 + aL_{СТ})[ПДК - c_{нз} \exp(-\lambda_1 \ln \lambda_2)] - c_0[1 - \exp(-\lambda_1 \ln \lambda_2)]\}^{-1} \quad (7)$$

где: $\lambda_1 = \frac{1+aL_{СТ}}{L_{СТ}}$ и $\lambda_2 = \frac{1}{1+aL_{мп}}$

Структурно формула (7) совпадает с известной формулой для подсчета количества воздуха. Анализ формулы (7) показывает, что учет процессов конвективного переноса газа позволяет уменьшить расчетное количество воздуха для строящихся тоннелей, не повышая при этом уровня метановой опасности.

Следовательно, динамический метод расчета воздуха для проветривания строящихся выработок, во-первых, повышает адекватность моделей воздухообмена в горных выработках и, во-вторых, позволяет существенно снизить затраты на вентиляцию строящихся тоннелей, не повышая уровень метановой опасности.

Список литературы

1. Скочинский А. А. Рудничная атмосфера, изд. 2-е, ОНТИ НКТП СССР, 1933.
2. Ушаков К.З., Бурчаков А.С., Пучков Л.А., Медведев И.И. Аэрология горных предприятий : Учебник для вузов. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Недра, 1987. — 421 с.

3. Стась Галина Викторовна, Апете Гоку Ландри, Афанасьев Олег Александрович, Стась Виктор Павлович. Аэрогазодинамические процессы и модели газовых ситуаций при проведении подготовительных выработок и строительстве тоннелей // Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2017. №4.

4. Рудничная вентиляция:/Справочник по ред. Ушаков К.З. – М.: Недра, ГИАБ,1988.

3. Качурин Н.М., Фатуев В.А., Качурин А.Н. Математические модели газодинамики тоннелей в период строительства // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2012. Вып. 1. Ч. 2. С 100-113.

4. Качурин Н.М., Воробьев С.А., Левин А.Д., Ботов Ф.М. Моделирование аэрогазодинамических процессов при проветривании выработок большого поперечного сечения // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2015. Вып. 1. С.56-64.

© Апете Г.Л., 2019

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 636.2.034:631.22

Яремчук О. С.*доктор с.-г. наук, профессор**Винницкий национальный аграрный университет*

ВДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА МОЛОКА ТА КОНТРОЛЬ МИКРОКЛІМАТУ НА ФЕРМАХ МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ

Iaremchuk, A. S.*Dr. S.-G. PhD, Professor,**Vinnitsia national agrarian University*

PERFECTION OF ELEMENTS OF TECHNOLOGY OF MILK PRODUCTION AND CLIMATE CONTROL ON FARMS OF SMALL CAPACITY

Яремчук А. С.*доктор с.-г. наук, профессор,**Винницкий национальный аграрный университет*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА И КОНТРОЛЬ МИКРОКЛИМАТА НА ФЕРМАХ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Анотація. Науково обґрунтовано, що для забезпечення оптимальних умов утримання в зимово-стійловий період худоби різних статеві-вікових груп в одному приміщенні доцільно проводити реконструкцію корівників. Потребу в скотомісцях для тварин у приміщенні при цьому необхідно визначати за кількістю днів перебування корів у технологічній групі залежно від їх фізіологічного стану та віку, з урахуванням загальних коефіцієнтів, які рекомендовані Відомчими нормами технологічного проектування для спеціалізованих підприємств з виробництва молока.

Досліджено, що безприв'язне утримання сухостійних корів в окремій ізольованій секції, обладнаній комбібоксами, або прив'язне в окремій ізольованій секції забезпечує більш оптимальні значення температури повітря, сприяє зниженню рівня вуглекислого газу на 0,06-0,08%, відносної вологості – на 16-20%, мікробного забруднення повітря – в 2,1-2,3 раза, рівня виробничих шумів – у 6,5-7,9 раза, покращує ефективність використання виробничих площ та внутрішнього обладнання приміщення.

Аннотация. Доказано, что для обеспечения оптимальных условий содержания в зимне-стойловый период скота разных половозрастных групп в одном помещении целесообразно проводить реконструкцию коровников. Потребность в скотоместах для животных в помещении при этом необходимо определять по количеству дней пребывания коров в технологической группе в зависимости от их физиологического состояния и возраста, с учетом общих коэффициентов, которые рекомендованы Ведомственными нормами технологического проектирования для специализированных предприятий по производству молока.

Доказано, что беспривязное содержание сухостойных коров в отдельной изолированной секции, оборудованной боксами, или привязное в отдельной изолированной секции обеспечивает более оптимальные значения температуры воздуха, способствует снижению уровня углекислого газа на 0,06-0,08%, относительной влажности – на 16-20%, микробного загрязнения воздуха – в 2,1-2,3 раза, уровня производственных шумов – в 6,5-7,9 раза, улучшает эффективность использования производственных площадей и внутреннего оборудования помещения.

Abstract. It is proved that for optimum conditions in the winter-stall period in cattle of different age groups in the same room, it is advisable to reconstruction of barns. The need for scotoma for animal welfare reasons it is necessary to determine the number of days of stay of cows in a task group depending on their physiological state and age, taking into account the General factors which are recommended by Departmental technological design standards for enterprises specialized in the production of milk.

It is proved that the loose housing of dry cows in a separate isolated section, equipped comboxes, or tethered in a separate isolated section provides a more optimum air temperatures, reduces the level of carbon dioxide 0,06-0,08%, relative humidity 16-20%, microbial air pollution is 2.1-2.3 times the level of industrial noise is 6.5-7.9-fold, improves the efficiency of use of production space and internal equipment room.

Ключевые слова: содержание, скот, сухостойный период, корова, продуктивность.

Key words: content, cattle, dry period, the cow productivity.

Ключові слова: утримання, худоба, сухостійний, період, корова, продуктивність.

Постановка проблеми. Реформування аграрного сектора економіки України та перехід сільськогосподарських підприємств на ринкові засади господарювання поставили перед вітчизняною наукою і практикою ряд не вирішених проблем щодо вдосконалення існуючих і розробки нових ефективних технологічних рішень у сфері виробництва продукції тваринництва. Однією з таких проблем є зниження чисельності поголів'я великої рогатої худоби в господарствах, що в свою чергу призвело до утримання разом різних статевих груп тварин у приміщеннях, особливо в зимово-стійловий період. При цьому забезпечити повною мірою дотримання гігієнічних вимог до утримання різних технологічних груп великої рогатої худоби відповідно до Відомчих норм технологічного проектування (ВНТП – АПК – 01.05) не завжди вдається [2].

Мала чисельність великої рогатої худоби в більшості господарств не дає можливості застосувати сучасні технології виробництва молока, збільшити його кількість та покращити якість. Тому, поряд із збільшенням чисельності поголів'я, передбачається проведення реконструкції діючих тваринницьких приміщень з метою забезпечення найбільш оптимальних умов утримання тварин.

Огляд наукових досліджень. Особливого значення за таких умов набувають сучасні способи утримання сухостійних та лактуючих корів у зимово-стійловий період [7, 8]. Одним із принципів, які широко використовуються при виробництві молока на малих фермах, є формування та розміщення тварин за технологічними групами з урахуванням їх фізіологічного стану. Згідно норм технологічного проектування розрізняють такі групи великої рогатої худоби: дійні, тільні, сухостійні корови; телята до 15-20-денного віку; телята до шестимісячного віку; телички і бички у різні вікові періоди, нетелі, надремонтний молодняк [1]. Дотримання цих норм при веденні молочного скотарства на малих фермах дає можливість раціонально використовувати тварин, приміщення, корми, знизити затрати праці на виробництво продукції та підвищити ефективність виробництва молока [13, 14, 15].

Значне розповсюдження в центральних районах України має українська чорно-ряба молочна порода великої рогатої худоби. Тварини цієї породи характеризуються високими продуктивними якостями (6–8 тис. кг молока за лактацію) та повною мірою задовольняють вимоги інтенсивної технології виробництва молока [12]. Існує ряд основних факторів, які забезпечують одержання високої продуктивності корів.

Таким чином, на основі наведених даних, можна зробити висновок, що підвищення ефективності виробництва молока на невеликих спеціалізованих фермах залежить насамперед від використання високопродуктивних молочних порід

корів, застосування сучасних способів їх утримання, годівлі, догляду та експлуатації. Вирішальне значення також має створення оптимальних санітарно-гігієнічних умов для утримання худоби та збалансована нормована годівля. Які забезпечують не тільки високу продуктивність худоби, але й високу якість продукції. Не менш важливим фактором підвищення молочної продуктивності корів на малих фермах є застосування комплексної механізації та автоматизації виробничих процесів. Однозначну відповідь щодо можливості утримання різних статевих груп великої рогатої худоби на невеликих фермах в одному приміщенні можна буде дати тільки після проведення спеціальних досліджень з розробки нових варіантів реконструкції приміщень і визначення найбільш оптимального способу утримання корів, у тому числі і в сухостійний період [8].

Тому актуальними нині є дослідження з визначення найбільш оптимального способу утримання сухостійних корів у зимово-стійловий період на основі вивчення параметрів мікроклімату приміщень, їх впливу на імунологічну реактивність, молочну продуктивність тварин, якість молока та життєздатність приплоду, що є необхідною умовою розробки науково-практичних підходів до реконструкції існуючих тваринницьких приміщень.

Мета і задачі досліджень. Мета досліджень – удосконалити способи утримання сухостійних корів, дослідити показники мікроклімату реконструйованих приміщень та вивчити їх вплив на молочну продуктивність, імунологічну реактивність, якість молока корів і життєздатність приплоду.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження по вивченню впливу мікроклімату за різних способів утримання сухостійних корів на їх поведінку, молочну продуктивність після отелення, якість молока, живу масу новонароджених телят та роботи з розробки проектів стійл та комбібоксів і реконструкції тваринницьких приміщень проведено протягом 2017-2019 років на базі фермерського господарства «Щербич» с. Багринівці Літинського району Вінницької області.

Метою **першого етапу** досліджень була розробка проектно-технологічних рішень та проведення реконструкції тваринницьких приміщень.

Розмір секцій приміщення для групового безприв'язного або прив'язного утримання сухостійних корів обґрунтовували виходячи із розмірів стійла на одну голову, при його ширині 1,5 м. Розрахунки показали, що для утримання 50 корів із закінченим циклом виробництва молока потреба в скотомісцях для сухостійних корів складає 10. Виходячи із цього розраховували ширину окремої секції приміщення, яка склала 15 метрів, а глибина – 3,5 м (рис. 1).

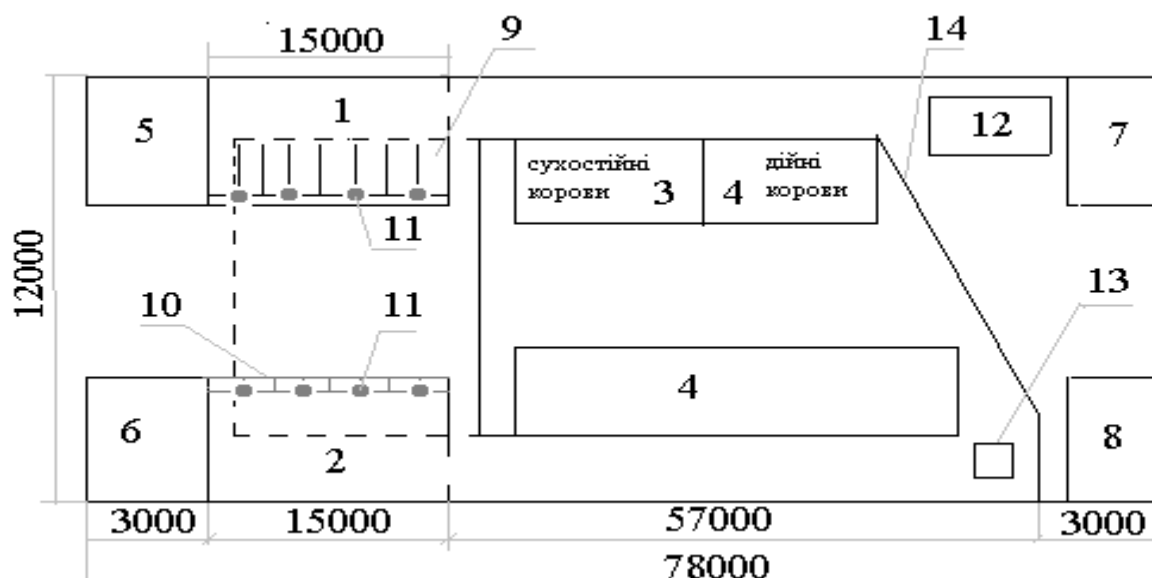


Рис. 1. Загальна схема розміщення різних статевих груп великої рогатої худоби після реконструкції корівника

1 безприв'язне утримання сухостійних корів; 2- прив'язне утримання сухостійних корів; 3- прив'язне утримання сухостійних корів разом з дійними; 4- місце утримання різних статевих груп худоби; 5- приміщення для обслуговуючого персоналу; 6- приміщення для зберігання кормів; 7- приміщення для зберігання підстилки; 8- приміщення для зберігання реманенту; 9- комбібоксы; 10- ланцюгова прив'язь; 11- автонапувалки (АП-1); 12- вагова (РП-1Ш13С); 13- універсальний візок (ТУ-250); 14- транспортер (ТСГ-160).

У корівнику після реконструкції роздача кормів дійним коровам здійснювалась мобільно (КТУ-10), а для сухостійних корів за допомогою візків (ТУ-250). Гній із приміщення видаляли поверхневим транспортером ТСГ-160, а із ізолюваних секцій - за допомогою візків на транспортер ТСГ-160. Напували корів водою за допомогою автонапувалок типу АП-1.

Об'єм приміщення для утримання різних статевих груп худоби (всього 125 голів) після реконструкції склав 2259 м³ (57×11×35), або 18,1 м³ на одну голову. Видалення із приміщення відпрацьованого повітря забезпечувалося 10 витяжними шахтами розміром 0,5 × 0,5 м. В ізолюваних секціях об'єм повітря склав 184 м³ (15×3,5×3,5), або 18,4 м³ на одну голову.

На **другому етапі** досліджень розробляли методичні підходи до розрахунку кількості скотомісць для різних статевих груп худоби перед проведенням реконструкції корівників.

При реконструкції діючих тваринницьких приміщень передбачали збільшення кількості корів на 10–50 % (найбільш оптимальні варіанти розширеного відтворення молочних стад). Вказані параметри використовували виходячи з досвіду роботи передових підприємств по збільшенню потужності діючих ферм.

Метою **третього етапу** досліджень було дати гігієнічну оцінку різних способів утримання сухостійних корів на основі досліджень параметрів мікроклімату приміщень, фізіологічного стану та продуктивності тварин, живої маси новонароджених телят та імунологічної реактивності корів [9].

При цьому контролювали тривалість сухостійного періоду, живу масу корів під час запуску, перед отеленням, на кінець лактації, прирости живої маси за період сухоостою та живу масу телят при народженні. В досліді враховували фізіологічний стан корів їх поведінку, споживання кормів та води. Хімічний склад молока вивчали на другому місяці другої лактації корів.

Дослідження параметрів мікроклімату тваринницьких приміщень проводили подекадно у трьох точках приміщення (секцій) чотири рази на добу (о 6-й, 12-й, 18-й, 24-й годині).

Загальну бальну оцінку мікроклімату в приміщеннях для корів у сухостійний період проводили за методикою Ю.М. Маркова (1983) [4], удосконаленою М.В. Демчуком і Л.В. Польовим (1997) [3].

Середньодобові прирости маси тіла тварин визначали розрахунковим методом за [10].

Вміст жиру в молоці визначали за методом Гербера, кількість цукру (лактози) – рефрактометрично, вміст сухої речовини – шляхом висушування молока при 105 °С до постійної маси, вміст золи – методом спалювання наважки у муфельній печі при температурі 500°С, кислотність – титрометрично, густину – за допомогою ареометра, вміст фосфору – колориметрично, кальцію – шляхом озолення.

Результати досліджень опрацьовані біометрично з використанням методів варіаційної статистики [5, 6], з використанням ПК та програмного забезпечення. Різниця між показниками середніх значень вважали вірогідною при P<0,05.

Результати досліджень. При реформуванні аграрного сектора економіки в державі виникли дрібні ферми замість великих, потужних підприємств, де виробляється значна частина молока, яловичини та вирощується ремонтний молодняк. Це підприємства з закінченим циклом виробництва продукції скотарства – молока або яловичини. Особливістю функціонування малих ферм є те, що худоба різних статевих-вікових груп розміщується в одному або у двох приміщеннях часто з порушенням відповідних нормативних вимог до її утримання.

Що ж стосується гігієнічної оцінки різних способів утримання корів залежно від їх фізіологічного стану, а також нетелів, новонароджених телят та молодняка в одному приміщенні у стійловий період, то вона на сьогодні не відпрацьована і потребує якнайшвидшого вирішення. Це продиктовано тим, що тваринам різних статевих-вікових груп необхідно забезпечити оптимальний мікроклімат приміщення в найскладніший період їх утримання, належні умови годівлі та експлуатації, одержання високоякісної продукції, досягти високої збереженості тварин.

Кількість скотомісць для телят від 20-денного віку до 6-місяців (160 днів), молодняка (телочки та бугайці) з 6 до 12 місяців – (180 днів) та з 12 до 18

місяців (180 днів) визначали згідно плану отелень та способу вирощування молодняка, прийнятого в господарстві. Нетелі до 30 днів тільності знаходились у групі молодняка (телочки), а після перевірки на тільність їх переводили у спеціальну секцію, де вони перебували 240 днів. За 15 днів до отелення нетелів переводили у передпологову секцію пологового відділення.

При вибракуванні корів із стада, як правло 20% поголів'я, їх утримували у секції для відгодівлі протягом 90 днів. Передбачувана кількість вибракування корів є найоптимальнішою, бо дозволяє за п'ять років повністю провести заміну тварин у стаді. Для господарств вигідніше використати високопродуктивних препотентних плідників і помірне (до 20%) відтворення стада при простому його розширенні. Допускається розширене відтворення стада до 50 % і більше, тобто на кожен вибракувану корову необхідно ввести у стадо в середньому по 2,5 корови-первістки.

Застосування такого підходу дало можливість визначити кількість скотомісць для підприємств різної потужності, що налічують від 50 до 200 корів (табл. 1). Необхідно відзначити, що для утримання 42 дійних корів необхідно обладнати вісім стійл для сухостійних корів.

Таблиця 1

Розрахунок кількості скотомісць для корів на фермах різної потужності

Показник	Потужність ферми, корів						
	50	75	100	125	150	175	200
Корови, гол.	42	62	83	104	125	145	166
Корови в період сухостою, гол.	8	13	17	21	25	30	34
Кількість скотомісць у пологовому відділенні, шт.	8	12	16	20	23	27	31
у тому числі:							
- передпологова секція	3	5	6	8	9	11	12
- денники	1	1	2	2	2	2	3
- післяпологова секція	4	6	8	10	12	14	16
Вибракувані корови на відгодівлі, гол.	3	4	5	7	8	9	10
Всього скотомісць, шт.	61	91	127	152	181	211	241

Наведенні у таблиці 1 дані свідчать, що для потужності ферми на 50 корів необхідно мати 61 скотомісце. Розрахунки показали, що при збільшенні потужності ферми до 75 корів загальна кількість скотомісць зростає на 49%, до 100 корів – на 108%, до 125 корів – на 149%, до 175 корів – на 246%, до 200 корів – на 295%.

При розширеному відтворенні стада обов'язково слід враховувати необхідність у додаткових скотомісцях. Їх кількість для нетелей передбачають відповідно до темпів розширення стада. Розрахунки показали, що при простому відтворенні стада для ферми потужністю 50 корів потреба нетелів у скотомісцях складає 8, а при

розширеному (від 10 до 50 %) – від 8 до 11 скотомісць (табл. 2).

Аналіз способів утримання корів у сухостійний період показав, що переважна більшість господарств у зв'язку з малочисельним поголів'ям на фермах застосовує прив'язний спосіб утримання тварин разом із дійними. Це в першу чергу пов'язано з відсутністю відповідних вимог до утримання сухостійних корів на невеликих фермах і необхідністю проведення відповідних конструкційних змін внутрішнього обладнання приміщення, рекомендації з яких на сьогодні відсутні.

Розрахунок кількості скотомісць на фермах різної потужності

Відтворення стада	Потужність ферми, корів						
	50	75	100	125	150	175	200
Просте	7	10	13	16	20	23	26
Розширене, %:							
10	8	10	14	18	22	26	29
20	9	12	16	20	25	28	32
30	9	13	17	21	26	30	33
40	10	14	18	22	28	32	36
50	11	15	20	24	30	35	39

Для вдосконалення способу утримання корів у сухостійний період на невеликих фермах був розроблений спеціальний модуль з розмірами: довжина стійла – 2,0 м, ширина – 1,5 м, а довжина комбіокса – 1,2 м, висота – 0,8 м. Довжину стійла збільшено з метою покращення комфортних умов при відпочинку тварин та виходячи з того, що для сухостійних корів у ВНТП-АПК-01.05 і законодавчих актах з тваринництва країн ЄС використання комбіоксів не передбачено. Розроблений модуль стійла з комбіоксом розроблено при реконструкції приміщення та було використано для утримання сухостійних корів безприв'язним, або прив'язним способом. Комбіокси для утримання сухостійних корів обладнували в ізолюваній секції, яку влаштували в торцевій частині приміщення.

Показано, що коротке стійло для корів небажане тому, що тварини, відпочиваючи на краю лотка гнойового транспортера, забруднюються екскрементами. Ці спостереження враховані при

визначенні оптимального розміру стійла для корів української чорно-рябої молочної породи залежно від маси їх тіла та навкісної довжини тулуба.

Використання безприв'язно-комбіоксового способу утримання корів української молочної чорно-рябої породи у сухостійний період в ізолюваних секціях, а лактуючих - прив'язним способом у стійлах є оптимальним рішенням при реконструкції діючих тваринницьких приміщень.

Визначення температури повітря приміщень показало, що тільки корови, які в сухостійний період утримувались на прив'язі разом з дійними у стійлах, зазнавали впливу температурного фактора. Найвищі значення мінімальної температури повітря в приміщенні для корів відмічено від 24-ї до 6-ї години, що було на 1,7 та 0,8°C вище, ніж середні показники за добу. У подальшому мінімальна температура від 6-ї до 12-ї години в цьому приміщенні знизилась на 1,6 °C (табл. 3).

Таблиця 3

Мінімальна температура повітря приміщень за різних способів утримання корів у сухостійний період, °C, M±m, n=60

Спосіб утримання	Час досліджень, год.				У середньому
	6	12	18	24	
Прив'язний (разом з лактуючими коровами)	14,5± 0,57	12,9± 0,57	12,0± 0,53	15,4± 0,59	13,7± 0,55
Прив'язний (в окремій секції)	16,7± 0,34*	15,8± 0,31*	15,8± 0,28*	17,0± 0,30*	16,3± 0,31*
Безприв'язний (в окремій секції з комбіоксами)	16,8± 0,24*	15,0± 0,32*	14,9± 0,30*	16,9± 0,31*	15,9± 0,29*

*P < 0,05, тут і далі порівняно з утриманням на привязі разом з дійними

Мінімальна температура повітря приміщення, у якому сухостійні корови утримувались прив'язно в ізолюваній секції у стійлах, була вище на 2,6 °C порівняно з аналогічними дослідженнями при утриманні сухостійних корів разом з лактуючими.

Протягом доби мінімальна температура повітря в

приміщенні при безприв'язному утриманні корів у сухостійний період в окремій секції з комбіоксами, а також прив'язно в окремій секції у стійлах змінювалась у значно меншій мірі, ніж при їх прив'язному утриманні разом з лактуючими у стійлах.

Максимальна температура повітря приміщення за різних способів утримання корів у сухостійний період, °C, M±m, n=60

Спосіб утримання	Година доби				У середньому
	6	12	18	24	
Прив'язний (разом з лактуючими коровами)	18,4± 0,43	16,2± 0,46	15,8± 0,30	18,8± 0,36	17,3± 0,37
Прив'язний (в окремій секції)	18,4± 0,34	17,3± 0,34	17,5± 0,28*	18,5± 0,31	17,9± 0,31
Безприв'язний (в окремій секції з комбібоксами)	19,0± 0,32	17,4± 0,34	17,1± 0,31*	18,9± 0,38	18,1± 0,33

Дослідженнями встановлено, що мінімальна температура повітря у приміщенні при прив'язному утриманні сухостійних корів у стійлах разом з лактуючими коровами, а також прив'язно в окремій секції та безприв'язно в окремій секції з комбібоксами була найвищою на 24 годину доби, що відповідає загальноприйнятим значенням цього показника при утриманні великої рогатої худоби.

Показано, що в окремі години доби максимальна температура повітря приміщення підвищувалась до 19°C при безприв'язному утриманні сухостійних корів в окремій секції з комбібоксами. Однак середньодобові коливання максимальних температур повітря у цьому приміщенні не перевищували 1,1 °C (див. табл. 4).

Показано, що при прив'язному утриманні сухостійних корів разом з дійними у стійловий період відносна вологість повітря приміщення протягом доби змінювалась в незначній мірі і була дещо вище за встановлені нормативні показники.

Вдень (з 6-ї до 12-ї години) відносна вологість повітря в приміщенні при прив'язному утриманні сухостійних корів значно підвищувалась, залишаючись практично на цьому рівні до 18 години, а потім поступово знижувалась на 3,6%. Це можна пояснити тим, що в цей період проводяться основні технологічні операції у приміщенні, а також відбуваються основні фізіологічні процеси такі як дефекація, сечовиділення, газообмін повітря тварин, які є основним джерелом водяних парів у приміщенні.

Надмірна вологість повітря в приміщенні пов'язана також із неповним його видаленням вночі через витяжні вентиляційні канали. Однак, не дивлячись на це, о 6-й год. ранку вологість повітря знижується на 3,6% (приміщення, де утримували сухостійних корів разом з дійними), але її значення було вище допустимої норми.

Хімічний склад повітря тваринницького

приміщення суттєво відрізняється від атмосферного. Так, у повітрі тваринницького приміщення в результаті життєдіяльності тварин збільшується кількість вуглекислого газу, аміаку, сірководню, які викликають різні порушення дихальної функції, що супроводжуються гіпоксією і знижують продуктивність тварин.

Проведеними дослідженнями встановлено, що концентрація вуглекислого газу в повітрі приміщень для сухостійних корів, яких утримували прив'язно разом з дійними коровами, в середньому становила 0,26%, що відповідає його допустимому рівню. При цьому встановлено, що найвищий рівень вуглекислого газу в повітрі приміщення, де утримання сухостійних корів було прив'язне разом з дійними, спостерігався о 6-й годині, потім він знижувався в середньому на 0,13% та знову зростав о 24-й годині доби. Значне підвищення вмісту вуглекислого газу в повітрі тваринницьких приміщеннях в цей період можна пояснити недостатньою ефективністю роботи вентиляції за даного способу утримання корів.

Концентрація аміаку в повітрі приміщення при безприв'язному утриманні сухостійних корів в окремій секції з комбібоксами порівняно з аналогічними показниками повітря, яке слугувало контролем, в шість годин ранку була найнижчою – 4,3 мг/м³. Це пояснюється тим, що площа поверхні підлоги, з якої виділяється аміак, в окремій секції після реконструкції приміщення зменшилась, а влаштування комбібоксів і застосування безприв'язного утримання сухостійних корів сприяло покращенню гігієнічних умов цієї частини приміщення.

Результати дослідження загального мікробного забруднення повітря тваринницьких приміщень за різних способів утримання сухостійних корів наведено у таблиці 5.

**Мікробне забруднення повітря приміщень за різних способів утримання сухостійних корів,
тис.мікробних тіл/м³, M±m, n=60**

Спосіб утримання	Година доби				У серед- ньому
	6	12	18	24	
Прив'язний (разом з лактуючими)	74,9± 1,35	82,6± 1,45	83,4± 1,33	77,5± 1,31	79,5± 1,28
Прив'язний (в окремій секції)	36,6± 0,85*	40,6± 1,03*	41,6± 0,80*	36,0± 0,74*	38,8± 0,83*
Безприв'язний (в окремій секції з комбібоксами)	33,9± 1,29*	36,2± 1,17*	36,6± 0,98*	30,2± 1,07*	34,2± 1,02*

В середньому цей показник при прив'язному утриманні сухостійних корів разом з дійними був на 45,3 тис./м³, або на 43,0 % вище, ніж аналогічні показники при безприв'язному утриманні тварин в окремій секції з комбібоксами.

Збільшення рівня аміаку в повітрі приміщень вночі за різних способів утримання сухостійних корів, що в окремих випадках перевищувало ГДК, ймовірно, пов'язано зі зниженням інтенсивності повітрообміну в приміщенні в цей період доби при стійловому утриманні великої рогатої худоби. Надходження чистого повітря ззовні при проведенні технологічних операцій вдень та видалення гною сприяло зменшенню надходження аміаку в повітря. Про це свідчать дані порівняльного аналізу вмісту аміаку в повітрі приміщень за різних способів утримання сухостійних корів.

Встановлено, що вміст аміаку в повітрі приміщень в меншій мірі залежить від способу утримання сухостійних корів, а в більшій мірі від ефективності роботи систем вентиляції та гноевидалення.

Встановлено, що переведення сухостійних корів в окрему секцію, що досягалось реконструкцією приміщення, сприяло зменшенню загального мікробного забруднення повітря в цій частині будівлі. Так, при прив'язному утриманні корів в окремій секції мікробна забрудненість повітря знизилась в середньому на 40,7 тис. мікробних тіл/м³ порівняно з аналогічними показниками повітря при утриманні сухостійних

корів разом з дійними. Це пояснюється тим, що в окремій секції приміщення, де сухостійних корів утримували безприв'язно, було значно нижче пилове навантаження, менша кількість тварин та виключалась ціла низка технологічних операцій по їх обслуговуванню.

При порівнянні загального мікробного забруднення повітря приміщень при прив'язному утриманні сухостійних корів в ізолюваній секції та безприв'язному встановлено, що за останнього способу кількість мікроорганізмів у повітрі була на 13,4 % меншою, ніж у першому випадку.

Встановлено, що в повітрі приміщення, де утримувались сухостійні корови разом з лактуючими, найвища мікробна забрудненість спостерігалась о 18-й год. (83,4 тис. мікробних тіл/м³), знижуючись в незначній мірі о 12-й год. та о 24-й год., досягаючи найнижчого рівня вранці о 6-й год.

Показано, що у секціях приміщення при утриманні сухостійних корів разом з дійними швидкість руху повітря на 6-у год. була найнижчою, поступово збільшуючись у 2,2 раза на 12-у та 18-у години.

У цей час доби швидкість руху повітря не змінювалась і тільки о 24-й год. вона знову зменшилась до її значень вранці. Середнє значення швидкості руху повітря за добу в цьому приміщенні дещо переважало встановлений нормативний показник.

Найнижчий проектно-технологічний режим зареєстровано для приміщень при утриманні сухостійних корів разом з лактуючими (табл. 6).

Оцінка мікроклімату приміщень за різних способів утримання сухостійних корів

№ п/п	Параметри мікроклімату	Спосіб утримання					
		прив'язний (разом з дійними)		прив'язний (в окремій секції)		безприв'язний (в окремій секції з комбібоксами)	
		показник	оцінка, бал	показник	оцінка, бал	показник	оцінка, бал
1	Температура повітря, °С						
	– мінімальна	13,7	5	16,3	5	15,9	5
	– максимальна	17,3	4	17,9	4	18,1	4
2	Відносна вологість повітря, %	86,1	2	70,3	4	67,6	5
3	Швидкість руху повітря, м/с	0,26	5	0,27	4	0,24	5
4	Загальне мікробне забруднення, тис/м ³	79,5	4	38,8	5	34,2	5
5	Концентрація вуглекислого газу, %	0,26	2	0,18	4	0,20	4
6	Концентрація аміаку, мг/м ³	19,8	3	18,4	3	18,0	3
7	Рівень виробничих шумів, дБ						
	– роздача кормів	79,6	1	10,6	5	12,2	5
	– видалення гною	4,5	5	4,0	5	3,4	5
	– робота доїльного апарата	45,7	3	–	–	–	–
Середній бал		3,4		4,33		4,55	
Оцінка технологічного рішення		рівень граничних добових коливань		допустимий проектно-технологічний режим		оптимальний проектно-технологічний режим	

На сьогодні в існуючих нормативних документах відсутні дані щодо допустимого рівня виробничих шумів та їх впливу на стан здоров'я сухостійних корів у стійловий період утримання. Тому була запропонована бальна оцінка виробничих шумів, що знайшла своє відображення в розробленій раніше шкалі оцінки мікроклімату приміщень. Було прийнято оцінювати рівень виробничих шумів до 16 дБ – 5 балів, а понад 67 дБ – у 2 бали.

Оцінка мікроклімату реконструйованих приміщень за різних способів утримання сухостійних корів у стійловий період, а саме прив'язно разом з лактуючими, безприв'язно в окремій секції та безприв'язно в окремій секції з комбібоксами за дев'ятьма показниками показала, що найбільш оптимальним за проектно-технологічним режимом для утримання сухостійних корів є останній варіант способу утримання тварин.

Аналіз параметрів мікроклімату та проектно-технологічних рішень щодо доцільності реконструкції тваринницьких приміщень показали, що найбільш оптимальним є безприв'язне утримання сухостійних корів в окремій секції з комбібоксами. Прив'язний спосіб утримання сухостійних корів в окремій секції приміщення за даними бальної оцінки параметрів мікроклімату є менш ефективним. Утримувати сухостійних корів разом з лактуючими не доцільно.

Таким чином, проведеними дослідженнями

встановлено, що згідно санітарно-гігієнічних вимог стан приміщень та способи утримання сухостійних корів у стійловий період доцільно оцінювати за такими параметрами: виробничі шуми, мінімальна та максимальна температура, відносна вологість, швидкість руху, загальне мікробне забруднення повітря, концентрація вуглекислого газу та аміаку в повітрі.

Утримання сухостійних корів разом з дійними коровами на прив'язі, що останнім часом дуже поширено в більшості сільськогосподарських підприємств, є недоцільним. За таких умов важко підтримувати мікроклімат на рівні показників в межах гранично допустимих параметрів. Найбільш раціонально утримувати корів у сухостійний період безприв'язним способом в ізольованих секціях з комбібоксами.

Відомо, що молочна продуктивність корів, крім ряду загальновідомих факторів, залежить у значній мірі від маси тіла тварин. За цим показником у молочному скотарстві визначають потребу тварин в поживних та біологічно активних речовинах, контролюють фізіологічні функції та клінічний стан. Дослідженнями встановлено, що застосування запропонованих способів утримання сухостійних корів не впливало на їх масу тіла. Утримання тварин за різних способів в цей період також не впливало на тривалість сухостійного періоду, який становив в середньому 58,9 днів (табл. 7).

Маса тіла сухостійних і лактуючих корів та новонароджених телят, кг, $M \pm m$, $n=10$,

Показник	Спосіб утримання		
	прив'язний		безприв'язний (в окремій секції з комбібоксами)
	разом з дійними	в окремій секції)	
Тривалість сухостійного періоду, днів	58,7±2,11	57,7±2,18	60,2±2,87
Маса тіла корів під час запуску	501,3±3,66	499,3±4,01	499,9±2,25
Маса тіла корів перед отеленням	556,9±3,74	565,5±3,53	569,3±2,42
Приріст маси тіла корів за період сухостою	55,6±5,80	66,2±2,85*	69,4±3,15*
Маса тіла телят при народженні	32,5±1,17	34,2±1,03	36,4±0,93*
Маса тіла корів на кінець лактації	529,6±2,62	539,2±3,90	538,3±3,32

Після отелення маса тіла корів, яких утримували у сухостійний період безприв'язно в ізолюваній секції, обладнаній комбібоксами, була на 6,2 кг вищою, а тих, що утримували в ізолюваній секції прив'язно, не змінювалась порівняно з аналогічними показниками у корів, що утримувались разом з дійними коровами.

При вивченні впливу різних способів утримання сухостійних корів на їх майбутню

молочну продуктивність встановлено, що у тварин, яких утримували у сухостійний період прив'язно разом з дійними коровами, за перший місяць лактації отримано молока на 14,8% менше, а за 305 днів – на 15,9 % порівняно з аналогічними показниками у корів, яких утримували в сухостійний період в ізолюваній секції з комбібоксами (табл. 8).

Таблиця 8

Молочна продуктивність корів та витрати кормів на виробництво молока за різних способів їх утримання, $M \pm m$, $n=10$

Показник	Спосіб утримання		
	прив'язний		безприв'язний (в окремій секції з комбібоксами)
	разом з дійними	в окремій секції	
Надій молока за перший місяць лактації, кг	531,1±7,76	617,6±11,65*	623,4±12,19*
Надій молока за 305 днів лактації, ц	42,22±1,47	48,76±1,61*	50,22±1,32
Середньодобовий надій, кг:			
за перший місяць лактації	17,7	20,6	20,8
за 305 днів лактації	13,8	16,0	16,5
Коефіцієнт молочності	8,0±0,29	9,0±0,33	9,3±0,26

Вищі надії молока корів, яких в сухостійний період утримували в окремих секціях за однакових умов годівлі, можна пояснити значно кращим станом мікроклімату в приміщеннях після реконструкції та підготовкою корів до наступної лактації. Цих показників не вдалося досягти при прив'язному утриманні сухостійних корів у стійлах разом з дійними.

Таким чином, спосіб утримання корів у сухостійний період та їх наступна лактація

виявились взаємопов'язаними. Це підтверджено величиною надою молока корів контрольної та дослідних груп як за перший місяць, так і за 305 днів лактації.

Спосіб утримання корів за рівноцінної годівлі має відносний вплив на хімічний склад молока тому, що діє у комплексі з іншими факторами. Це підтверджено проведеними дослідженнями, які показали, що вміст жиру в молоці корів першої та другої дослідних груп на другому місяці лактації порівняно з контролем не змінювався (табл. 9).

Хімічний склад молока корів за різних способів їх утримання в сухостійний період, %, $M \pm m$, $n = 10$

Показник	Спосіб утримання		
	прив'язний (разом з дійними)	прив'язний (в окремій секції)	безприв'язний (в окремій секції з комбібоксами)
Густина, °А	30,2±0,15	30,8±0,41	30,6±0,40
Кислотність, °Т	19,1±0,28	17,4±0,35	17,1±0,66
Суша речовина	11,3±0,29	11,6±0,30	11,8±0,32
Зола	0,7±0,03	0,7±0,03	0,7±0,03
Кальцій, мг/100мл	118,9±3,23	111,7±2,84	124,0±3,57
Фосфор, мг/100 мл	67,0±4,19	73,0±4,06	72,0±3,01
Молочний цукор	4,3±0,17	4,3±0,20	4,5±0,18
Жир	3,8±0,09	3,8±0,06	3,9±0,01
Вихід молочного жиру, кг	154,3±7,27	184,3±7,30*	194,3±5,94*

Вихід молочного жиру у корів піддослідних груп суттєво відрізнявся. Так, кількість молочного жиру у корів другої дослідної групи була на 35,4 кг, а в корів першої групи – на 24,9 кг вище, ніж у контрольної групи.

Дослідження показали, що кислотність молока корів, яких у сухостійний період утримували прив'язно (перша група) або безприв'язно в окремій секції з комбібоксами (друга група) порівняно з контролем мала тенденцію до зниження і коливалась в межах, встановлених нормативних показників.

Виходячи з цього, пропонується утримувати корів у сухостійний період в ізолюваній секції безприв'язно у комбібоксах або (як виняток) в ізолюваній секції прив'язно, а для обладнання необхідної кількості стійл для сухостійних корів використовувати запропонований модуль для утримання корів у сухостійний період.

Дослідження показали, що реконструкція корівників забезпечує дотримання встановлених вимог до утримання різних статевих груп великої рогатої худоби, оптимізацію їх годівлі, забезпечує високу продуктивність та якість молока.

Таким чином, дослідженнями показано, що утримувати корів у сухостійний період прив'язно разом із лактуючими економічно не вигідно. Утримання сухостійних корів в ізолюваній секції на прив'язі і в подальшому використанні пасовищ для дійних корів підвищує рентабельність виробництва молока на 5,92 %, а в ізолюваній секції безприв'язно – на 9,26 % порівняно з контролем.

Висновки:

На основі експериментальних досліджень доведено перевагу безприв'язного утримання сухостійних корів української чорно-рябої молочної породи в окремій секції корівника над прив'язним утриманням у стійлах, що досягається шляхом реконструкції тваринницьких приміщень та забезпеченням оптимальних параметрів мікроклімату.

Показано доцільність застосування нових підходів до розрахунку кількості скотомісць у тваринницьких приміщеннях, який залежить від кількості та терміну перебування тварин у відповідній статевих групі, а також темпів розширення стада. Для утримання корів української чорно-рябої молочної породи рекомендується застосувати стійла, розмір яких залежить від маси їх тіла та навкісної довжини тулуба.

Найбільш оптимальним є утримання сухостійних корів української чорно-рябої молочної породи безприв'язно в окремій секції, обладнаній комбібоксами з розмірами: довжина 1200 мм, висота 800 мм або прив'язно у стійлах (розміри: ширина – 1500 мм, довжина – 2000 мм).

Утримання сухостійних корів у стійловий період в окремих секціях з комбібоксами забезпечує більш оптимальні мінімальні та максимальні температури повітря, знижує відносну вологість в середньому на 16-20% протягом доби і відповідає встановленим гігієнічним вимогам порівняно з їх прив'язним утриманням разом з дійними у стійлах.

Безприв'язне в комбібоксах або прив'язне у стійлах в окремій секції приміщення утримання сухостійних корів сприяє зменшенню концентрації вуглекислого газу в повітрі в середньому на 0,06-0,08%, при вмісті аміаку та швидкості руху повітря в межах нормативних величин.

Загальна мікробна забрудненість повітря окремої секції приміщення протягом доби при безприв'язному утриманні сухостійних корів в комбібоксах в середньому в 2,1-2,3 раза нижча, ніж при їх утриманні у стійлах разом з дійними коровами.

Доведено, що молочна продуктивність корів, які в сухостійний період утримувались безприв'язно окремо від лактуючих, за перший місяць та за 305 днів лактації, порівняно з утриманням тварин у стійлах, була більшою на 15,5 та 18,9 % відповідно.

Література

1. Бузун І.А. Потоків технології виробництва молока. – К.: Урожай, 1989. – 192 с.
2. Відомчі норми технологічного проектування: Скотарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми), ВНТП-АПК-01.05. – К.: Міністерство аграрної політики України, 2005. – 110 с.
3. Демчук М.В. Сучасні вимоги до перспективних технологій виробництва продукції скотарства // *Наук. вісник ЛДАВМ, Львів, 2002. – Т.4(2), Ч.5. – С. 112 – 120.*
4. Марков Ю.М. Методические рекомендации по зоогигиеническому нормированию, интегральной оценке и расчетам технологических режимов обеспечения микроклимата производственных зданий в промышленном животноводстве. – Харьков: 1983. – 40 с.
5. Основи варіаційної статистики. Біометрія: Посібник з генетики сільськогосподарських тварин / Патров В.С., Недвига М.М., Павлів Б.А. та інші; За ред. В.С. Патрова. – Дніпропетровськ: Січ, 2000. – 193 с.
6. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. – М.: Колос, 1969. – 256 с.
7. Польовий Л.В., Яремчук О.С. Технології скотарства в реформованих сільськогосподарських підприємствах Вінницького регіону // *Вінниця: ТВП “Книга - Вега” ВАТ “Віноблдрукарня”, 2002. – 320 с.*
8. Польовий Л.В., Яремчук О.С. Санітарно-гігієнічний рівень мікроклімату в приміщеннях для сухостійних корів у стійловий період // *Вісник Державного агроєкологічного університету. – Житомир, 2004. - №1 (12). - С. 157-162.*
9. Практикум для лабораторно-практичних занять з гігієни тварин / Високас М.П., Чорний М.В., Захаренко М.О. – Харків: Еспада, 2003. – 218 с.
10. Практикум з основ наукових досліджень у тваринництві / В.К. Кононенко, І.І. Ібатулін, В.С. Патров. – К., 2000. – 96 с.
11. Сірацький Й.З., Федорович Є.І., Федорович В.С. Молочна продуктивність і якісні показники молока і молочної чорно-рябої худоби різної селекції // *Наук. вісник ЛДАВМ, Львів, 1999. – Вип. 3, Ч.1. – С. 239–241.*
12. Соколова Г.О. Молочна продуктивність корів чорно-рябої породи різних генотипів // *Тези доп. 48-ї наук. - вироб. конф. – Львів. 1982. – С.63.*
13. Яремчук О.С. Використання модульних технологічних рішень для вирощування ремонтного молодняка великої рогатої худоби // *Вісник наук. праць Білоцерківського держ. аграр. університету. – Біла Церква, 2002. - Вип. 22. – С. 175–180.*
14. Mulica E., Hutnik E. Wpływ wielkości stada krow na jednostkowe koszty produkcji mleka w oborach z usuwaniem odchodów zgarniaczem okrężnym // *Scientific Messenger of Lviv State Academy of Veterinary Medicine named after S. Gzhytskyj. – Lviv. – 2003. – Т.5 (№3). – Р. 3. – Р.94–102.*
15. Scharck H.J., Tschischkale E., Beckert H.-G. Die Wirkung der Nutzungsdauer der Kühe auf den Farsenbedarf und den altersbedingten Anstieg des Milchtrages im Verlauf der Laktationen // *Tierzucht. – 1983. – Т.39. – N5. – S. 201–203*

Pidpala Tatiana

*doctor of Agricultural Sciences, professor,
<https://orcid.org/0000-0002-4072-7576>
 Mykolayiv National Agrarian University
Shevchuk Natalya
 graduate student
<https://orcid.org/0000-0002-5845-2582>
 Mykolayiv National Agrarian University*

**THE USE OF ENTROPY-INFORMATION ANALYSIS TO EVALUATE THE BREED-FORMING
 PROCESS IN DAIRY CATTLE**

Подпала Татьяна Васильевна

*доктор с.-х. наук, профессор
<https://orcid.org/0000-0002-4072-7576>
 Николаевский национальный аграрный университет
Шевчук Наталья Петровна
 аспирантка
<https://orcid.org/0000-0002-5845-2582>
 Николаевский национальный аграрный университет*

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНТРОПИЙНО-ИНФОРМАЦИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ
 ПОРОДООБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В МОЛОЧНОМ СКОТОВОДСТВЕ**

Summary. The breed, as a biological system characterized by a high level of complexity, manifests itself in the diversity of its conditions. Assessing the genesis of the Ukrainian Red Dairy Breed using entropy-information and analysis of variance allowed us to determine the specificity of the breed-forming process and the realization of the predicted results. An increase in the level of cow productivity was established with each subsequent stage of breeding the Ukrainian Red Dairy Breed. In the first stages, increasing the fat content in milk followed a logical progression. The fourth and fifth stages were in terms of milk yield. According to the entropy-information analysis, a change in the state of the Ukrainian Red Dairy Breed was determined by breeding characteristics that occurred during the five stages of breeding. It is proved that in the early stages of the genesis of the Ukrainian Red Dairy Breed, the “milk yield” attribute is less controlled. In subsequent IV and V stages, the entropy decreases, which indicates an increase in the controllability of the milk yield ($p < 0.001$). The decrease in entropy when using heterogeneous selection in the breed-forming process is an increase in the organization of the system, which manifests itself in the control of the milk production of animals during the raising of a new breed of cattle. Two-factor dispersion analysis of variance has shown the probability of the selection method, the breeding stage, and their mutual action in influencing economically useful traits in the process of breed formation and the realization of the predicted results.

Аннотация. Породе, как биологической системе характерный высокий уровень сложности и проявляется она в разнообразии ее состояний. Оценивание генезиса украинской красной молочной породы с использованием энтропийно-информационного и дисперсионного анализа позволило установить специфичность породообразовательного процесса и реализации прогнозируемых результатов. Установлено повышение уровня продуктивности коров с каждым последующим этапом выведения украинской красной молочной породы. На первых этапах закономерным является преимущество животных по содержанию жира в молоке, а на четвертом и пятом – по величине удоя. По данным энтропийно-информационного анализа определено изменение состояния украинской красной молочной породы по селекционным признакам, которые происходили на протяжении пяти этапов ее выведения. Доказано, что на ранних стадиях генезиса украинской красной молочной породы признак «удой» меньше контролируется. В последующие IV и V этапы энтропия уменьшается, что свидетельствует о повышении контролируемости величины удоя ($p < 0,001$). Уменьшение энтропии при использовании гетерогенного подбора в породообразовательном процессе является увеличением организованности системы, которая проявляется в контролированности молочности животных при выведении новой породы крупного рогатого скота. Двухфакторным дисперсионным анализом доведено вероятность влияния метода подбора, этапа выведения и их взаимного действия на хозяйственно-полезные признаки в процессе породообразования и реализации прогнозируемых результатов.

Keywords: *entropy-informational analysis, breed-forming process, milk productivity, trait, reproductive ability.*

Ключевые слова: *энтропийно-информационный анализ, породообразовательный процесс, молочная продуктивность, признак, воспроизводительная способность.*

Постановка проблемы. В биологической системе, какой может быть и популяция сельскохозяйственных животных, уровень сложности характеризуют свойства энтропии или разнообразие состояния, которое может приобретать. Если система находилась в одном каком-либо состоянии, который, например, приобрела при чистопородном разведении или продолжительном скрещивании с одной породой, то использование генофонда другой улучшающей породы обусловит изменение и переход к новому состоянию. Энтропия такой системы будет характеризоваться некоторой дезорганизованностью и неопределенностью.

Анализ последних исследований и публикаций. Поскольку селекция целенаправленно проводится в одном направлении, то со временем система приобретает состояние, в котором ее неопределенность уменьшается и энтропия будет меньше, чем максимальная. В этом случае снижение энтропии может быть следствием увеличения организованности системы, которая является результатом целенаправленной селекции (Подпалай и др., 2016).

Селекция, которая осуществляется

целенаправленно и на протяжении продолжительного времени обуславливает изменение соотношения генов, генотипов и фенотипов у популяции. Исходя с этого, если популяцию рассматривать как биологическую систему высокой сложности, то главным её свойством является взаимодействие со средой и динамичность, то есть способность проявлять изменчивость во времени. Взаимодействие биологической системы, которой может быть стадо, потомки производителей, особи одного поколения, со средой обусловлено разнообразными процессами: структурно-функциональной организованностью системы и структурно-функционально-вероятностными, то есть случайными изменениями (Гиль, 2008).

Поскольку целенаправленно происходит передача наследственной информации от родителей к потомкам при смене поколений, то и результаты селекционного процесса проявляются не только в повышении уровня продуктивности животных, но и в формировании биологической системы соответствующего уровня энтропии и информативности. Потому, что сущность деятельности человека направлена на

осуществление процессов у биологических системах от полной энтропии до максимально возможной информативности, что повышает эффективность её творческого влияния на окружающие объекты (Меркурьева & Бертазин, 1989).

Ранее были определены отличия за уровнем информативности у коров голштинской породы немецкой и украинской селекции. Более высоким уровнем детерминированности характеризовался признак «содержание жира в молоке» у голштинских коров-первотелок немецкой и украинской селекции. Сравнительно с матерями, у дочерей был выше уровень информативности и детерминированности данного признака. Достоверное влияние фактора «генерация» было установлено только для содержания жира в молоке ($p=0,030$). На степень детерминированности продолжительности первой лактации и межотельного периода вероятно ($p<0,05$) влияет происхождение (селекция). У животных немецкой селекции уровень организованности по этим признакам был выше, чем у коров украинской селекции, не зависимо от генерации. Признаки, которые характеризуют воспроизводительные и адаптационные свойства коров имеют более низкие оценки энтропии (Подпалай и др., 2018).

В работе (Подпалай и др., 2016) изложены результаты проведенного энтропийно-информационного анализа признаков продуктивности, воспроизводительной и адаптационной способности животных разных пород скота (украинских красной, красно-пестрой и чёрно-пестрой молочных), на основе которых установлена степень организованности и информативности их, как биологических систем при смене поколений.

На примере конкретной биологической системы методом энтропийного анализа получены объективные данные влияния разных предков на их потомков. Эти данные были использованы для моделирования селекционного процесса при работе с линиями, что позволило доказать значение глубокого генеалогического анализа в селекции (Милько, 1993).

Фенотипическая оценка количественных признаков молочной продуктивности коров голштинской породы методом энтропийно-информационного анализа (ЭИА) повышает точность определения племенной ценности животных и возможность разных вариантов их отбора для последующего разведения (Сметана, 2009).

Установлено ряд закономерностей, обусловленных использованием разных методов селекции. При межпородном скрещивании энтропия по признаку «живая масса» увеличивается. Энтропия также возрастает при увеличении степени наследственности улучшающей породы и уменьшается при реципрокном (обратном) скрещивании на

исходную материнскую породу (Нежлукченко, 1999).

О целесообразности использования показателей максимальной, фактической (безусловной) и реализованной энтропии для определения генотипической консолидации структурных единиц породы сообщают ученые (Меркурьева & Бертазин, 1989; Нежлукченко, 1999; Гиль, 2006; 2007; 2008).

Для оценки консолидации рекомендуется использовать показатель уровня относительной организации системы R , который теоретически колеблется от 0 (абсолютная неорганизованность, неконсолидированная система или неселекционированная популяция) до 1 для максимально высокоорганизованной (абсолютно консолидированная популяция). Консолидация породы и её структурных элементов (типов, заводских линий, семейств) является желательным селекционным процессом, потому что обуславливает сохранение значительного уровня межгрупповой дифференциации и изменчивости. Поэтому определение уровня фенотипической консолидации селекционных групп внутрипородной структурной системной иерархии должно быть предметом постоянного мониторинга в течении всего их генезиса и учитываться при определении дальнейшего направления селекции (Полупан, 2005).

Цель статьи. Целью нашего исследования является изучение пороодообразовательного процесса, изменений продуктивных и воспроизводительных признаков крупного рогатого скота с использованием энтропийно-информационного анализа для оценки состояния украинской красной молочной породы (УКМ) в период её формирования и консолидации. Задачами исследования были: оценка уровня проявления селекционных признаков в разные этапы выведения породы; определение энтропии, информативности и организованности породы, как биологической системы; определение обусловленности изменений под влиянием методов подбора.

Для выполнения научных исследований использовали результаты разведения крупного рогатого скота украинской красной молочной породы в племенных хозяйствах ПОК «Зоря» Херсонской и ТОВ «Колос 2011» Николаевской областей. Период выведения украинской красной молочной породы (1965-2015 гг.) условно был разделен на несколько этапов: I этап – 1965-1975 гг., II этап – 1976-1985 гг., III этап – 1986-1995 гг., IV этап – 1996-2005 гг. и V этап – 2006-2015 гг. Для ретроспективного анализа было отобрано 1115 животных, в том числе по этапам: I – $n=248$ коров, II – $n=255$ коров, III – $n=156$ коров, IV – $n=232$ коровы и V – $n=224$ коровы. Материалом для исследования были данные молочной продуктивности и воспроизводительной способности коров за первую лактацию.

Гомогенность или гетерогенность подбора

определяли по уровню удоя и жирномолочности женских предков исследуемых животных. По разнице, выраженной средним квадратическим отклонением (Пелехатый и др., 2012; Пелехатый & Кучер, 2013) с соответствующим интервалом между показателями лучшей лактации матерей отцов (МО) и матерей коров (МК), подбор распределили на: гомогенный – 0,4 σ и меньше; умеренно-гетерогенный – 0,5-1,4 σ; гетерогенный – 1,5-2,4 σ и высоко-гетерогенный – 2,5 σ и больше.

Энтропийно-информационный анализ пороодообразовательного процесса и повышения уровня организованности (упорядоченности) украинской красной молочной породы, как биологической системы проведен с

использованием модификации для количественных признаков (Крамаренко, 2005).

Для исследования использовали методы ретроспективного, дисперсионного анализа и вариационной статистики (Подпалай и др., 2012; Крамаренко и др., 2019). Материалы исследований обработаны с использованием модуля «Анализ данных» табличного редактора MS Excel.

Изложение основного материала. В результате пороодообразовательного процесса эволюционировали продуктивные характеристики животных. Оценивая генезис украинской красной молочной породы, установили постепенное увеличение молочной продуктивности (таблица 1).

Таблица 1

Результаты пороодообразовательного процесса при выведении и консолидации породы, $\bar{X} \pm Sx$

Признак	Этап выведения и консолидации УКМ породы				
	I, n=248	II, n=255	III, n=156	IV, n=232	V, n=224
Дни лактации, дней	300,7±3,21	308,0±3,16	315,0±4,33**	357,9±5,89***	357,4±6,76***
Удой за первую лактацию, кг	3734±51,2	4471±56,7***	4533±77,8***	6720±160,2***	9680±217,5***
Содержание жира в молоке, %	3,96±0,019	4,02±0,017*	3,83±0,012***	3,79±0,008***	3,87±0,012***
Количество молочного жира, кг	142,6±9,05	172,0±1,86**	166,9±2,68**	222,4±4,08***	322,4±3,93***
Сервис-период, дней	81,4±3,21	92,5±3,50*	97,7±4,63**	136,5±6,08***	133,7±8,93***
МОП, дней	361,1±22,93	373,6±4,01	381,6±4,99	416,4±6,11*	412,0±7,02*
КВС	1,03±0,008	1,00±0,009*	0,98±0,011***	0,91±0,011***	0,97±0,010***

Примечание: МОП – межотельный период, КВС – коэффициент воспроизводительной способности, *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 по сравнению с I этапом

На первых этапах выведения породы предусматривалось повышение жирномолочности, поэтому для скрещивания с красными степными коровами использовались быки-производители англеской породы. Закономерным является преимущество животных по содержанию жира в молоке. Коровы-перволетки II этапа характеризовались наиболее высоким показателем жирномолочности (4,02 %). Разница по сравнению со стандартом красной степной породы (Литовченко и др., 2004), которая использовалась в качестве материнской, составила 0,32 %. В последующие этапы наблюдалось снижение жирномолочности у животных (III – 3,83 %, IV – 3,79 %, V – 3,87 %). Это объясняется введением в пороодообразовательный процесс быков-производителей голштинской породы. Такое изменение целенаправленного действия улучшающих пород обусловило повышение величины удоя у животных украинской красной молочной породы на IV и V этапах. Разница по

сравнению с красной степной породой (Литовченко и др., 2004) составила 3820 кг и 6780 кг молока соответственно. Таким образом, с каждым последующим этапом генезиса украинской красной молочной породы уровень продуктивности коров повышался.

Установлено изменение признаков, которые характеризовали воспроизводительные способности животных. Наблюдается тенденция увеличения продолжительности сервис- и межотельного периодов у исследуемых коров IV и V этапов. По сравнению с оптимальными показателями их значение больше на 56,5 и 53,7 дней, 51,4 и 47,0 дней соответственно.

Прогрессивное развитие украинской красной молочной породы во времени характеризуют данные однофакторного дисперсионного анализа (таблица 2). Определено достоверное влияние этапа на продуктивные и воспроизводительные признаки животных новой породы.

Результаты дисперсионного анализа породообразовательного процесса УКМ породы

Признак	Показатель						
	SS	df	MS	df _E	MS _E	F	p
Дни лактации	715663,2	4	178915,8	1110	5291,4	33,81	<0,001
Сервис период	588609,9	4	147152,5	1110	5701,7	25,81	<0,001
Удой за первую лактацию	5327150312,6	4	1331787578,2	1110	3833375,8	347,42	<0,001
Содержание жира в молоке	8,38	4	2,09	1110	0,05	39,81	<0,001
Количество молочного жира	4628698,0	4	1157174,5	1110	2029,6	570,13	<0,001
МОП	553629,2	4	138407,3	1110	6191,8	22,35	<0,001
КВС	2,35	4	0,59	1110	0,02	25,47	<0,001

Примечание: SS – сумма квадратов отклонений; df – число степеней свободы; MS – средний квадрат отклонений; df_E – число степеней свободы для соответствующей ошибки; MS_E – средний квадрат отклонения для соответствующей ошибки; F – дисперсионное отношение Фишера; p – уровень значимости.

Использование энтропийно-информационного анализа позволило определить изменение состояния УКМ породы по селекционным признакам, которые произошли на протяжении

пяти этапов её выведения (таблица 3), а также доказать специфичность породообразовательного процесса относительно реализации прогнозируемых результатов.

Таблица 3

Энтропийно-информационный анализ признаков продуктивности в период выведения и консолидации породы

Этап	n	Показатель энтропийно-информационного анализа				
		H±SE _{n, бит}	O, бит	R	χ ²	p
Удой за первую лактацию						
I	248	3,298±0,012	0,024	0,007	27,57	<0,001
II	255	3,294±0,013	0,028	0,008		
III	156	3,297±0,014	0,025	0,008		
IV	232	3,262±0,019	0,060	0,018		
V	224	3,134±0,031	0,188	0,057		
Содержание жира в молоке						
I	248	3,254±0,019	0,068	0,020	11,28	0,024
II	255	3,251±0,018	0,071	0,021		
III	156	3,267±0,021	0,055	0,017		
IV	232	3,245±0,022	0,077	0,023		
V	224	3,145±0,032	0,177	0,053		
Количество молочного жира						
I	248	3,307±0,009	0,015	0,005	8,01	>0,05
II	255	3,298±0,012	0,024	0,007		
III	156	3,263±0,023	0,059	0,018		
IV	232	3,310±0,009	0,012	0,004		
V	224	3,266±0,018	0,056	0,017		

На протяжении первых трёх этапов, то есть на ранних стадиях генезиса породы, такой селекционный признак, как удой – меньше контролируется. Уровень энтропии колеблется в пределах 3,298...3,294 бит, и почти приближается к максимальному значению (3,322 бит). Однако, в последующие IV и V этапы энтропия уменьшается и составляет 3,262 и 3,134 бит соответственно. Это свидетельствует о высокой контролируемости величины удоя за всю лактацию (p<0,001).

Уменьшение энтропии является следствием достоверного повышения организации биологической системы, каковой и является созданная украинская красная молочная порода. Показатель абсолютной организации системы (O) увеличился – в IV и V этапах составил 0,060 и 0,188 бит соответственно.

Установлена тенденция увеличения относительной информативности и эффективного действия селекции по признаку «удой», о чем

свидетельствует коэффициент относительной информативности, который колеблется в пределах от 0,007 (I этап) до 0,057 (V этап).

Наблюдаемые изменения параметров энтропийно-информационного анализа в породе с первого и по пятый этапы по признаку «содержание жира в молоке» указывают на эффективную селекцию: уменьшается энтропия (I этап – 3,254 бит и V этап – 3,145 бит), но при этом увеличиваются

значения абсолютной организации системы (I этап – 0,068 бит и V этап – 0,177 бит) и относительной информативности системы (I этап – 0,020 и V этап – 0,053).

В результате проведенного энтропийно-информационного анализа установлено уровень энтропии, организованности и информативности признаков воспроизводительной способности за период выведения и консолидации породы (рис. 1).

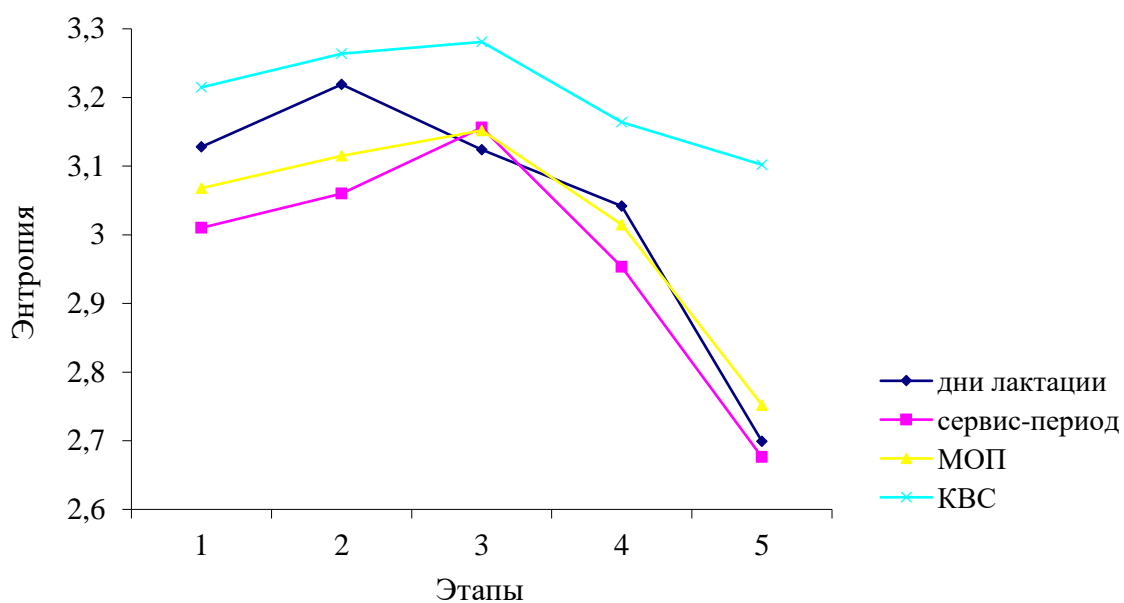


Рис. 1. Энтропия признаков воспроизводительной способности по периодам выведения и консолидации породы

Установлено, что под действием порообразовательного процесса изменились характеристики признаков воспроизводительной способности животных украинской красной молочной породы. Более контролируемые являются признаки: дни лактации, сервис- и межотельный периоды, поскольку наблюдается уменьшение энтропии в V этапе, при одновременном увеличении значения абсолютной организованности системы и информативности. Более высокими коэффициентами информативности характеризовались признаки: сервис-период ($R=0,194$) и дни лактации ($R=0,188$). Наиболее низким значением информативности характеризовался коэффициент воспроизводительной способности ($R=0,066$).

Оцененная результативность порообразовательного процесса, которая проявилась в уменьшении уровня энтропии и повышении максимально возможной информативности, то есть организованности системы, указывает на закономерное влияние метода подбора на селекционные признаки молочного скота.

По данным информационно-статистических

параметров, установлено отличия характеристик продуктивных и воспроизводительных признаков в зависимости от метода подбора (таблица 4). При гетерогенном подборе меньшими значениями энтропии ($H=2,894...2,920$ бит, $p<0,001$) характеризовались признаки продуктивности, за исключением содержания жира в молоке ($H=3,260$ бит). Это свидетельствует о том, что уровень детерминированности удоя и количества молочного жира ниже, чем при гомогенном ($H=3,037$ бит при $p<0,034$ и $H=2,985$ бит при $p<0,001$) и высоко-гетерогенном ($H=3,042$ бит при $p<0,034$ и $H=3,147$ бит при $p<0,001$) подборах. Уменьшение энтропии при использовании гетерогенного подбора в порообразовательном процессе является следствием увеличения организации системы, что проявляется у контролируемости молочности животных при выведении украинской красной молочной породы крупного рогатого скота.

Эффективность гетерогенного подбора по продуктивным признаками подтверждается также значениями абсолютной организации системы ($O=0,402-0,428$ бит) и относительными показателями информативности ($R=0,121-129$).

ЭИА методов подбора, используемых в процессе выведения и консолидации породы (распределение по уровню удоя)

Метод подбора	n	Показатель энтропийно-информационного анализа				
		$H \pm SE_{H, \text{бит}}$	O, бит	R	χ^2	p
Удой за первую лактацию						
Гомогенный	119	3,037±0,049	0,285	0,086	8,70	<0,034
Умеренно-гетерогенный	165	2,993±0,046	0,329	0,099		
Гетерогенный	174	2,894±0,047	0,428	0,129		
Высоко-гетерогенный	657	3,042±0,021	0,280	0,084		
Содержание жира в молоке						
Гомогенный	119	3,164±0,041	0,158	0,048	4,35	>0,05
Умеренно-гетерогенный	165	3,227±0,027	0,095	0,029		
Гетерогенный	174	3,260±0,023	0,062	0,019		
Высоко-гетерогенный	657	3,227±0,014	0,095	0,029		
Количество молочного жира						
Гомогенный	119	2,985±0,050	0,337	0,101	25,94	<0,001
Умеренно-гетерогенный	165	3,054±0,044	0,268	0,081		
Гетерогенный	174	2,920±0,049	0,402	0,121		
Высоко-гетерогенный	657	3,147±0,019	0,175	0,053		

Однако, по вычисленным информационно-статистическим параметром для признаков воспроизводительной способности установлена иная тенденция влияния разных методов подбора на породообразовательный процесс украинской красной молочной породы. Меньшими значениями энтропии характеризовались дни лактации ($H=2,896$ бит) и межотельный период ($H=2,958$ бит; $p>0,05$) при использовании гомогенного подбора. Уровень энтропии сервис-периода колебался в пределах от 2,923 бит (умеренно-гетерогенный

подбор) до 2,953 бит (высоко-гетерогенный подбор).

Установлено наличие достоверно высокой энтропии коэффициента воспроизводительной способности ($H=3,186-3,254$ бит; $p>0,05$) по всем исследуемым методам подбора (рис. 2).

При гомогенном подборе более высокими значениями абсолютной организации и относительной информативности характеризовались признаки: дни лактации – $O=0,426$; $R=0,128$ и межотельный период – $O=0,364$; $R=0,110$ соответственно.

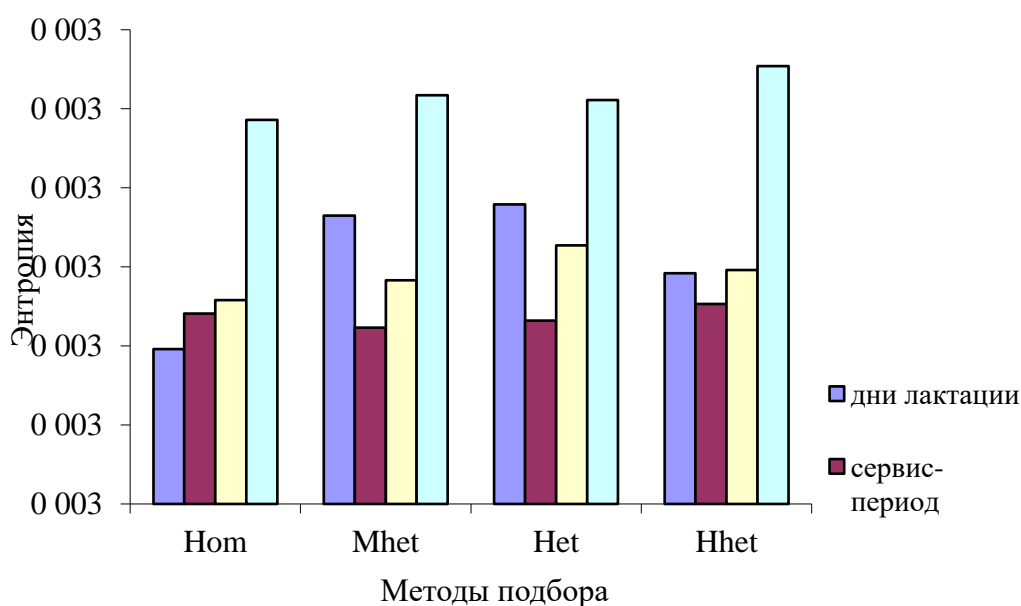


Рис. 2. Энтропия признаков воспроизводительной способности коров украинской красной молочной породы в зависимости от методов подбора: гомогенный (Hom), умеренно-гетерогенный (Mhet), гетерогенный (Het), высоко-гетерогенный (Hhet)

Распределения исследуемого поголовья согласно методу подбора с учетом жирномолочности матерей отцов и матерей коров позволило установить тенденцию более низкого уровня энтропии при гетерогенном подборе для признаков: удой за первую лактацию ($H=2,903$ бит; $p>0,05$), дни лактации ($H=2,947$ бит; $p>0,05$) и межотельный период ($H=2,866$ бит; $p>0,05$). Уменьшение энтропии по сравнению с максимальным значением ($H=3,322$ бит) является следствием увеличения организации ($O=0,419$;

0,375 и 0,456 соответственно) и контролируемости данных признаков в результате целенаправленного действия подбора. Используя показатель относительной информативности (R), определили, что по этим признакам система относится к простой квазидетерминированной (Меркурьева & Бертазин, 1989) согласно значениям $R=0,126$; $R=0,113$ и $R=0,137$ соответственно (таблица 5).

Таблица 5

ЭИА методов подбора, используемых в процессе выведения и консолидации породы (распределение по жирномолочности)

Метод подбора	n	Показатель энтропийно-информационного анализа				
		$H \pm SE_H$, бит	O, бит	R	χ^2	p
Удой за первую лактацию						
Гомогенный	376	3,007±0,029	0,315	0,095	2,90	>0,05
Умеренно-гетерогенный	265	2,998±0,035	0,324	0,098		
Гетерогенный	109	2,903±0,055	0,419	0,126		
Высоко-гетерогенный	365	2,986±0,031	0,336	0,101		
Содержание жира в молоке						
Гомогенный	376	3,186±0,022	0,136	0,041	4,57	>0,05
Умеренно-гетерогенный	265	3,244±0,021	0,078	0,023		
Гетерогенный	109	3,241±0,032	0,081	0,024		
Высоко-гетерогенный	365	3,204±0,021	0,118	0,036		
Количество молочного жира						
Гомогенный	376	3,083±0,028	0,239	0,072	5,39	>0,05
Умеренно-гетерогенный	265	3,110±0,032	0,212	0,064		
Гетерогенный	109	3,158±0,044	0,164	0,049		
Высоко-гетерогенный	365	3,042±0,030	0,280	0,084		
Дни лактации						
Гомогенный	376	3,030±0,029	0,292	0,088	2,24	>0,05
Умеренно-гетерогенный	265	3,013±0,037	0,309	0,093		
Гетерогенный	109	2,947±0,063	0,375	0,113		
Высоко-гетерогенный	365	3,047±0,029	0,275	0,083		
Сервис-период						
Гомогенный	376	2,940±0,029	0,382	0,115	8,73	0,033
Умеренно-гетерогенный	265	2,977±0,032	0,345	0,104		
Гетерогенный	109	2,768±0,064	0,554	0,167		
Высоко-гетерогенный	365	2,953±0,030	0,369	0,111		
Межотельный период						
Гомогенный	376	2,993±0,031	0,329	0,099	4,92	>0,05
Умеренно-гетерогенный	265	3,030±0,033	0,292	0,088		
Гетерогенный	109	2,866±0,067	0,456	0,137		
Высоко-гетерогенный	365	3,006±0,028	0,316	0,095		
Коэффициент воспроизводительной способности						
Гомогенный	376	3,223±0,018	0,099	0,030	8,41	0,038
Умеренно-гетерогенный	265	3,266±0,016	0,056	0,017		
Гетерогенный	109	3,155±0,039	0,167	0,050		
Высоко-гетерогенный	365	3,231±0,019	0,091	0,027		

На основании вычисленных информационно-статистических параметров установили, что более

высоким уровнем энтропии характеризовались признаки содержания жира в молоке и коэффициент воспроизводительной способности ($H=3,186...3,266$ бит; $p>0,05$). Эти признаки отличались более низкими значениями абсолютной и относительной организации системы.

По данным дисперсионного анализа (таблица 6 и 7) установлено влияние методов подбора и этапов на развитие селекционных признаков украинской

красной молочной породы в течении исследуемого периода. Закономерным является то, что на повышение развития исследуемых признаков достоверно влияют этапы выведения породы. Выявленная тенденция характерна для разных методов подбора не зависимо от определения его гетерогенности, то есть по уровню удоя или жирномолочности женских предков исследуемых животных.

Таблица 6

Результаты дисперсионного анализа влияния факторов на пороодообразовательный процесс (распределение по уровню удоя)

Признак	Фактор	Показатель					
		df	MS	df _E	MS _E	F	p
Дни лактации	A	3	3617,5	1095	5247,5	0,69	>0,05
	B	4	99620,1	1095	5247,5	18,98	<0,001
	AB	12	6649,5	1095	5247,5	1,27	>0,05
Удой за первую лактацию	A	3	12131629	1095	3649471	3,32	<0,05
	B	4	618279552	1095	3649471	169,42	<0,001
	AB	12	12295270	1095	3649471	3,37	<0,001
Содержание жира в молоке	A	3	0,060165	1095	0,051648	1,16	>0,05
	B	4	1,847144	1095	0,051648	35,76	<0,001
	AB	12	0,128828	1095	0,051648	2,49	<0,01
Количество молочного жира	A	3	4139,869	1095	1864,2	2,22	>0,05
	B	4	584845,3	1095	1864,2	313,72	<0,001
	AB	12	12528,8	1095	1864,2	6,72	<0,001
Сервис-период	A	3	5234,0	1095	5657,0	0,92	>0,05
	B	4	82558,8	1095	5657,0	14,59	<0,001
	AB	12	7423,8	1095	5657,0	1,31	>0,05
Межотельный период	A	3	1848,6	1095	6155,2	0,30	>0,05
	B	4	85076,1	1095	6155,2	13,82	<0,001
	AB	12	7821,2	1095	6155,2	1,27	>0,05
КВС	A	3	0,006	1095	0,023	0,29	>0,05
	B	4	0,409	1095	0,023	17,88	<0,001
	AB	12	0,030	1095	0,023	1,32	>0,05

Примечание: А – метод подбора, В – этап выведения породы, АВ – взаимное действие факторов.

Определения гетерогенности подбора с использованием разных методических подходов (по уровню удоя или жирномолочности женских предков) позволило установить особенность влияния методов подбора на продуктивные и воспроизводительные признаки. Если гетерогенность подбора определяли по уровню удоя, то наблюдали достоверное влияние метода подбора на молочность животных украинской красной молочной породы (F 3; $1095=3,32$; $p<0,01$).

Достоверное влияния разных методов подбора на содержание жира в молоке (F 3; $1095=3,10$; $p<0,05$) установлено при определении

гетерогенности подбора с учетом жирномолочности женских предков исследуемых коров украинской красной молочной породы.

Также, установлено достоверное совместное влияния обеих этих факторов, то есть метода подбора и этапа выведения породы (F 12; $1095=2,03...6,72$; $p<0,05...0,001$), на признаки продуктивности и воспроизводительной способности как при определении гетерогенности подбора по уровню удоя, так и по жирномолочности женских предков исследуемых животных.

Результаты дисперсионного анализа влияния факторов на пороодообразовательный процесс (распределение по жирномолочности)

Признак	Фактор	Показатель					
		df	MS	df _E	MS _E	F	p
Дни лактации	A	3	4856	1095	5216	0,93	>0,05
	B	4	156598	1095	5216	30,02	<0,001
	AB	12	12752	1095	5216	2,44	<0,01
Удой за первую лактацию	A	3	3792091	1095	3739440	1,01	>0,05
	B	4	846324918	1095	3739440	226,3	<0,001
	AB	12	12699945	1095	3739440	3,40	<0,001
Содержание жира в молоке	A	3	0,159	1095	0,052	3,1	<0,05
	B	4	1,719	1095	0,052	33,3	<0,001
	AB	12	0,091	1095	0,052	1,8	<0,05
Количество молочного жира	A	3	765	1095	2011	0,38	>0,05
	B	4	716748	1095	2011	356,44	<0,001
	AB	12	4088	1095	2011	2,03	<0,01
Сервис-период	A	3	5944	1095	5627	1,06	>0,05
	B	4	125571	1095	5627	22,31	<0,001
	AB	12	13013	1095	5627	2,31	<0,01
Межотельный период	A	3	10086	1095	6106	1,65	>0,05
	B	4	124363	1095	6106	20,37	<0,001
	AB	12	13664	1095	6106	2,24	<0,01
Коэффициент воспроизводительной способности	A	3	0,037	1095	0,023	1,63	>0,05
	B	4	0,527	1095	0,023	23,09	<0,001
	AB	12	0,045	1095	0,023	1,97	<0,05

Таким образом, двофакторным дисперсионным анализом определена вероятность влияния разных методов подбора, этапов выведения и их взаимного действия на хозяйственно-полезные признаки крупного рогатого скота украинской красной молочной породы, что характеризует особенности пороодообразовательного процесса.

Выводы. Установлено повышение уровня продуктивности коров с каждым последующим этапом выведения и консолидации украинской красной молочной породы. На первых этапах закономерным является преимущество животных по содержанию жира в молоке, а на четвертом и пятом – по величине удоя.

По данным энтропийно-информационного анализа определено изменение состояния украинской красной молочной породы по селекционным признакам, которые произошли на протяжении пяти этапов её выведения и консолидации, а также доказана специфичность пороодообразовательного процесса относительно реализации прогнозируемых результатов.

Определено, что на ранних стадиях генезиса (I-III этапы) украинской красной молочной породы признак «удой» меньше контролируется. Уровень энтропии колеблется в пределах 3,298...3,294 бит. В последующие IV и V этапы энтропия уменьшается (3,262 бит и 3,134 бит соответственно), что

свидетельствует о повышении контролируемости величины удоя за первую лактацию ($p < 0,001$).

Снижение энтропии при использовании гетерогенного подбора в пороодообразовательном процессе является следствием увеличения организации системы, которая проявляется у контролируемости молочности животных.

Двофакторным дисперсионным анализом доказана вероятность влияния разных методов подбора, этапа выведения и их взаимного действия на хозяйственно-полезные признаки крупного рогатого скота украинской красной молочной породы в процессе пороодообразования и реализации прогнозируемых результатов.

Список литературы

1. Гиль М. И. (2007). Эффективность применения информационно-статистических методов оценки молочного скота при разных приемах разведения и типах подбора. Вестник Полтавского государственного аграрного университета, 2. 98-102 (Uk).
2. Гиль М. И. (2006). Компоненты фенотиповой изменчивости селекционных признаков коров заводских линий красной степной породы днепропетровского зонального типа в условиях взаимодействия «генотип×среда». Вестник Днепропетровского государственного аграрного университета, 1. 126-129 (Uk).

3. Гиль М. И. (2008). Системный генетический анализ полигеннообусловленных признаков скота молочных пород. Николаевский национальный аграрный университет, Николаев (Uk).
4. Крамаренко С. С. (2005). Особенности использования энтропийно-информационного анализа для количественных признаков биологических объектов. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 7(1). 242-247 (Ru).
5. Крамаренко С. С., Луговой С. И., Лихач А. В., Крамаренко А. С. (2019). Анализ биометрических данных в разведении и селекции животных. Николаевский национальный аграрный университет, Николаев (Uk).
6. Литовченко А. М., Микитюк Д. М., Білоус О. В. (2004). Инструкция по бонитировке крупного рогатого скота молочных и молочно-мясных пород; Инструкция по ведению племенного учета в молочном и молочно-мясном скотоводстве. Киев, «ППНВ». 76 (Ru).
7. Меркурьева Е. К., Бертазин А. Б. (1989). Применение энтропийного анализа и коэффициента информативности при оценке селекционных признаков в молочном скотоводстве. Доклады ВАСХНИЛ, 2. 21-23 (Ru).
8. Милько О. С. (1993). Энтропийный анализ как новый метод изучения генетического влияния предков на породу. Материалы I Международной конференции по частной генетике сельскохозяйственных животных, Аскания-Нова. 85 (Ru).
9. Нежлукченко Т. И. (1999). Использование информационно-статистических методов оценки уровня консолидации нового типа овец асканийской тонкорунной породы. Разведение и генетика животных. 31-32. 167-68 (Uk).
10. Пелехатый М. С., Кучер Д. М. (2013). Хозяйственно-полезные признаки коров-первотелок украинской черно-рябой молочной породы при разных уровнях гетерогенного подбора. Вестник Сумского национального аграрного университета, 7 (23). 59-67 (Uk).
11. Пелехатый М. С., Поддубная Л. М., Кучер Д. М. (2012). Племенной подбор в открытой популяции молочного скота. Технология производства и переработки продукции животноводства. Белоцерковский государственный аграрный университет, 7 (90). 94-98 (Uk).
12. Подпалая Т. В. Крамаренко С. С., Бондарь С. А. (2016). Применение энтропийного анализа для оценки селекционных признаков молочного скота. Вестник Сумского национального аграрного университета, 7 (30). 89-93 (Uk).
13. Подпалая Т. В., Крамаренко А. С., Зайцев Е. М. (2018). Использование энтропийного анализа для оценки развития признаков молочного скота голштинской породы. Научный вестник Львовского национального университета ветеринарной медицины и биотехнологии им. С. З. Гжицкого. Львов, 20(84). 3-8 (Uk).
14. Полупан Ю. П. (2005). Методы определения степени фенотипичной консолидации селекционных групп животных. Методики научных исследований с селекции, генетики и биотехнологии в животноводстве. Киев, Аграрная наука. 52-61 (Uk).
15. Подпалая Т. В., Войналович С. А., Назаренко В. Г., Стриха Л. О., Цхвитава А. К. (2012). Селекция молочного скота и свиней. Николаевский национальный аграрный университет, Николаев (Uk).
16. Сметана А. Ю. (2009). Степень организованности полигеннообусловленных признаков голштинской породы при разных эффектах влияния на них стабилизирующего отбора. Таврийский научный вестник, 64(3). 110-118 (Uk).

УДК 636.2.082.32

Варніховський РЛ.

*кандидат сільськогосподарських наук
Вінницький національний аграрний університет*

ВПЛИВ ГЕНОТИПОВИХ І ФЕНОТИПОВИХ ЧИННИКІВ НА МОЛОЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ

Анотація. Наведені результати досліджень молочної продуктивності корів української черно-рябої молочної породи залежно від генотипових чинників. Встановили, що на молочну продуктивність досліджуваного поголів'я корів має вплив лінія батька, родина та генотип. Виявлена зумовленість ознак селекції під впливом таких категорій племінних тварин, як матері дочок.

Наведено показники сили впливу генотипових та паратипових факторів на ознаки молочної продуктивності корів за даними першої лактації, визначених однофакторним дисперсійним аналізом.

Вивчені основні господарсько-корисні ознаки корів-первісток української черно-рябої молочної породи дослідного господарства та визначені параметри тварин бажаного типу. Досліджений вплив трьох генетичних факторів на формування високопродуктивного стада: підвищення частки спадковості голштинської породи, використання бугаїв-поліпшувачів, використання кращих ліній.

Аннотация. Приведенные результаты исследований молочной производительности коров украинской черно-рябой молочной породы в зависимости от генотипических факторов. Установили, что

на молочную продуктивность исследуемого поголовья коров имеет влияние линия отца, семейство и генотип. Выявленная обусловленность признаков селекции под воздействием таких категорий племенных животных, как матери дочерей.

Приведены показатели силы воздействия генотипических и паратиповых факторов на признаки молочной продуктивности коров по данным первой лактации, определенных однофакторным дисперсионным анализом.

Изучены основные хозяйственно полезные признаки коров-первотелок украинской черно-пестрой молочной породы опытного хозяйства "Рыхальское" Житомирской области и определены параметры животных желаемого типа. Исследовано влияние трех генетических факторов на формирование высокопродуктивного стада: повышение доли наследственности голштинской породы, использование быков-улучшателей, использование лучших линий.

Abstract. The brought results over of researches of the suckling productivity of cows of the Ukrainian black-motley suckling breed depending on genotypic factors. Set that on the suckling productivity of the investigated population of cows the line of father, family and genotype, has an influence. Educated conditionality of signs of selection under act of such categories of pedigree animals, as mother of daughters.

The indices of genotypical and paratypical factors influence force on dairy productivity properties of cows according to the data of the first lactation which were defined by the single factor disperse analysis were presented.

The authors have studied essential economic traits of Ukrainian black and white first –calf dairy cows from the experimental farm "Rykhalskoye" (Zhytomyr oblast). They have also determined animal parameters of the desired type and investigated the effects of there genetic factors on the formation of high – producing herd. These are a higher portion of Holstein heredity, the use of "double plus" bulls and better lines.

Ключові слова: порода, дисперсія, селекція, лактація, надій, кореляція, успадкованості, генотип.

Ключевые слова: порода, дисперсия, селекция, лактация, надой, корреляция, наследуемость, генотип.

Key words: breed, dispersion, selection, lactation, yield, correlation, heritableness, genotype.

Постановка проблеми. Тривалий час у селекціонерів існувала неузгодженість щодо переважного впливу генотипу і середовища на продуктивність худоби.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Між тим безперервна мінливість показників продуктивності – результат взаємодії всіх генетичних і факторів зовнішнього середовища, успадковується не як готова ознака, а певний тип реакції організму (норма реакції) на умови життя. У мінливому середовищі різні генотипи реалізуються не однаково, оскільки, розвиток спрямовується генами, дія яких проявляється лише за певних зовнішніх факторів [2]. Тому вивчення чинників, які впливають на молочну продуктивність дасть можливість правильно вибрати систему розведення з подальшим спадковим поліпшенням цінних ознак [5].

Основні ознаки молочної продуктивності займають визначне місце в селекції тварин великої рогатої худоби інтенсивного молочного типу. Інші – або пов'язані, або конче необхідні для отримання молочної продукції з найменшими затратами упродовж як найтривалішого терміну продуктивного використання, відповідно забезпечуючи міцне здоров'я тварин, добрі відтворні функції та їхню стійкість до несприятливих умов паратипових факторів.

Об'єктивне встановлення факторів, які визначають рівень молочної продуктивності, є поглибленою основою для вибору методу розведення, спрямованої на спадкове поліпшення фізіологічних особливостей, що лімітують продуктивність оцінюваних тварин [5].

На теренах України створено спеціалізовану молочну породу інтенсивного типу українську чорно-рябу молочну [1]. Подальше її

удосконалення буде здійснюватися шляхом використання різних селекційних прийомів з орієнтацією на досягнення параметрів бажаного типу.

Прогрес породи здійснюється через використання потенціалу окремих високопродуктивних стад, а генетичний прогрес стада – шляхом використання у відтворювальному процесі тварин бажаного типу.

Невирішені раніше проблеми. Виходячи із зазначеного, метою наших досліджень є визначення параметрів корів бажаного типу для конкретного господарства та вивчення впливу найважливіших генетичних факторів на формування бажаного типу.

В аспекті вивчення питання ефективності селекції залежно від генотипу та умов середовища безпідставно дискутувати, що важливіше – генотип чи паратипові фактори. Не можна протиставляти ці два основних чинники, що визначають ефективність селекції, пам'ятаючи про те, що розвиток будь-якої господарсько-корисної ознаки є результатом взаємодії генотипу і середовища.

Матеріалом досліджень слугувала інформація про племінне і продуктивне використання корів-первісток української чорно-рябої молочної породи.

Живу масу корів досліджували на 2-3 місяцях лактації шляхом зважування. Дослідження екстер'єру і конституції проводили взяттям 5 промірів статей тварин: висоти в холці, обхвату грудей, косої довжини тулуба, косої довжини заду, ширини в клубках. За промірами розраховували індекси довгоногості, формату, компактності, округлості ребер, вираженості типу, масо-метричний коефіцієнт за Вінничуком Д.Т. та ін. [2, 3, 6].

Оцінку молочної продуктивності корів здійснювали шляхом проведення щомісячних контрольних доїнь з одночасним визначенням у добових зразках молока відсотку жиру. Відносну молочність обчислювали шляхом ділення 4-% за вмістом жиру молока, отриманого за 305 днів або вкорочену лактацію, на 100 кг живої маси корови.

Відтворну здатність корів вивчали за віком 1-го отелення, тривалістю сервіс-періоду, міжотельного періоду (МОП), та за коефіцієнтом відтворної здатності (КВЗ) за формулою $KBZ=365/MOP$.

Параметри тварин бажаного типу визначали за продукцією молочного жиру за відхиленням від середнього значення ознаки, що відповідає співвідношенню нормального розподілу (1:2:1). Відповідність корів параметрам бажаного типу оцінювали за величиною критерію достовірності Стьюдента (t_d) [3].

Методика досліджень. Об'єктом досліджень були корови української чорно-рябої молочної породи Калинівського району. Молочну продуктивність оцінювали раз в декаду шляхом добового контролю надоемого молока з наступним його перерахуванням за перші 305 днів лактації або скорочену (не менше 240 днів). Вміст жиру і білка в молоці визначали за допомогою електронного приладу „ЕКОМЛІК”.

Оцінку корів за походженням та господарсько-корисними ознаками проводили за матеріалами первинного зоотехнічного та селекційно-племінного обліку (форма № 2 мол).

Повторюваність і залежність між кількісними ознаками визначали за показниками коефіцієнта кореляції (r). Вплив окремих факторів на мінливість результативної ознаки встановлювали однофакторним дисперсійним аналізом для нерівномірних статистичних комплексів.

Для визначення ступеня впливу генотипових та паратипових факторів на показники молочної продуктивності корів проведено однофакторний дисперсійний аналіз.

Величину критерію достовірності визначали для наступних рівнів теоретичної ймовірності: * $P>0,95$; ** $P>0,99$; *** $P>0,999$. Біометричну обробку отриманих даних досліджень проводили методом варіаційної статистики за методикою М.О. Плохінського [3]. Математичне опрацювання даних проводили на ПЕОМ з використанням програмного забезпечення фірми “Microsoft”.

Результати досліджень. I етап досліджень. Ретроспективний аналіз селекційної інформації за останні роки дозволив нам проаналізувати молочної продуктивності корів стада за ряд лактацій (табл. 1).

Таблиця 1

Молочна продуктивність корів української чорно-рябої молочної породи, $M \pm m$

Лактація	N	Надій за 305 днів лактації, кг	Вміст жиру, %	Кількість молочного жиру, кг
Перша	240	4721,4 \pm 63,77	3,7 \pm 0,02	177,0 \pm 2,84
Друга	214	4970,6 \pm 78,55	3,8 \pm 0,02	193,4 \pm 3,90
Третя	172	4980,6 \pm 115,80	3,7 \pm 0,03	195,7 \pm 4,99
Четверта	133	4907,6 \pm 141,21	4,0 \pm 1,85	255,3 \pm 4,42
Найвища	240	5549,1 \pm 80,26	3,7 \pm 0,02	208,6 \pm 3,22

Табличні дані показників надою свідчать про достатню молочну продуктивність корів починаючи з першої лактації. Надій корів-первісток 4721,4 кг молока з високою достовірністю перевищує стандарт породи на 1321,4 кг ($P>0,999$), за вмістом жиру та молочним жиром перевищення відповідно становило 0,1%, та 55,0 кг ($P>0,999$).

Рівень надою корів упродовж досліджених лактацій характеризується поступовим рівномірним зростанням до третьої лактації (4980,6 кг). Надій корів за другу лактацію склав 4970,6 кг, що на 249,2 кг з високою достовірністю вище ніж за першу лактацію ($P>0,99$). За третю лактацію було отримано 4980,6 кг молока, що на 10 кг більше ніж за другу і на 259,2 кг ($P>0,99$) ніж за першу. Молочна продуктивність корів за четверту лактацію дещо нижча порівняно з третьою та другою (73, кг і 63 кг відповідно). Порівняно з першою лактацією молочна продуктивність за четверту була достовірно вищою на 249,2 кг ($P>0,999$).

Найвищий надій досліджуваного поголів'я становить 5549,1 кг молока, що вище порівняно з іншими представленими лактаціями. Так, молочна

продуктивність за найвищу лактацію достовірно перевищує першу на 827,7 кг ($P>0,999$), другу – на 578,5 кг ($P>0,999$), третю – на 568,5 кг, а четверту – на 641,5 кг ($P>0,999$).

Середній надій оціненого поголів'я за кращу лактацію 5549,4 кг молока свідчить про високий генетичний потенціал молочної продуктивності тварин досліджуваного стада.

Вміст жиру в молоці істотно не відрізнявся віковою мінливістю і коливався у межах лактацій на рівні 3,7-4,0%. Найвище значення вмісту жиру в молоці спостерігається за четверту лактацію. Різниця між показниками вмісту жиру в молоці за другу та інші лактації, крім четвертої, високдостовірна і становить 0,1% ($P>0,999$).

Показник виходу молочного жиру також варіював в широких межах. Так найнижче його значення по першій лактації становить 177,0 кг, а за четверту вірогідно збільшується на 78,3 кг ($P>0,999$). За даними найвищої лактації його вміст склав 208,6 кг. Відповідно до отриманих даних різниця між показником виходу молочного жиру за найвищу лактацію та іншими, крім четвертої, була статистично вірогідна і склала 31,6, 15,2 та 12,9 кг ($P>0,999$) відповідно. Вихід молочного жиру за

четверту лактацію перевищує значення за найвищу лактацію на 46,7 кг ($P > 0,999$).

Вивчаючи молочну продуктивність необхідно пам'ятати про вплив на неї факторів зовнішнього середовища, які постійно впливають на генотип тварини. Генотип в свою чергу є нормою реакції організму на цей вплив. Таким чином вплив успадкованості потрібно вивчати в тісній

взаємодії з зовнішнім середовищем. Поряд з цим величина коефіцієнта успадкованості залежить від методу її визначення, породи, генотипу, лінійної належності тощо [1, 4].

Враховуючи це нами було вивчено вплив лінії батька на молочну продуктивність дочок методом однофакторного дисперсійного аналізу (табл. 2).

Таблиця 2

Частка впливу генотипу лінії на молочну продуктивність української чорно-рябої молочної породи

Лактація	n	Частка впливу на ознаки					
		надій		вміст жиру в молоці		кількість молочного жиру	
		η^2_x	F	η^2_x	F	η^2_x	F
Перша	240	0,21*	2,10	0,23*	2,07	0,25*	2,39
Друга	214	0,14	0,98	0,32**	2,48	0,22	1,51
Третя	172	0,21	1,21	0,32*	1,85	0,28	1,54
Четверта	133	0,23	1,17	0,04	0,17	0,05	0,17
Найвища	240	0,28**	2,42	0,13	0,94	0,28*	2,31

Примітка: * $P > 0,95$; ** $P > 0,99$

Результати даного дисперсійного аналізу свідчать, що вплив фактору генотипу на молочну продуктивність, вміст жиру в молоці та його кількість, склав від 0,04 до 0,32. Достовірність впливу лінії батька на надій та кількість молочного жиру спостерігається лише по першій та найвищій лактаціях. Частка ж впливу досліджуваного фактору на вміст жиру в молоці була достовірною з першої по третю лактації.

Таким чином величини коефіцієнтів успадкованості молочної продуктивності за враховані лактації свідчать, що цей показник має

низький ступінь, а отже залежить від спадкових факторів значно нижча від паратипових.

Наукові дослідження показують, що на надій, вміст жиру в молоці та кількість молочного жиру впливає також родина (табл. 3).

Аналізуючи дані таблиці 3 слід відмітити, що частка впливу на показники молочної продуктивності корів коливається від 0,72 до 0,99.

Таким чином, вплив родини на досліджувані показники досить високий та достовірно збільшується починаючи з третьої лактації.

Таблиця 3

Частка впливу родини на молочну продуктивність української чорно-рябої молочної породи

Лактація	N	Частка впливу на ознаки					
		надій		вміст жиру в молоці		кількість молочного жиру	
		η^2_x	F	η^2_x	F	η^2_x	F
Перша	240	0,93*	1,79	0,85	0,64	0,91	1,16
Друга	214	0,88	0,54	0,92	0,73	0,89	0,53
Третя	172	0,99**	1,87	0,72	1,57	0,81**	1,93
Четверта	133	0,99***	4,41	0,99***	7,07	0,99***	5,93
Найвища	240	0,87***	4,09	0,81**	2,54	0,86***	3,83

Примітка: * $P > 0,95$; ** $P > 0,99$; *** $P > 0,999$.

Отримані дані свідчать, що селекційна робота із стадом велася із врахуванням не лише лінійної належності тварин стада, а й родинної.

Розглядаючи поняття успадкованості господарські корисних ознак потрібно пам'ятати про вплив на них такого фактору як генотип (табл. 4).

Аналізуючи таблицю 4 слід відмітити, що в середньому частка впливу генотипу на показники

молочної продуктивності коливається від низького (0,28) до середнього (0,64) ступенів з поступовим збільшенням по лактаціям. Достовірність отриманих даних спостерігається лише за найвищу лактацію.

Отже в процесі селекційної роботи з досліджуваним поголів'ям потрібно враховувати не лише вище вивчені фактори, а й їх генотипову належність.

Частка впливу генотипу на молочну продуктивність української чорно-рябої молочної породи

Лактація	N	Частка впливу на ознаки					
		надій		вміст жиру в молоці		кількість молочного жиру	
		η^2_x	F	η^2_x	F	η^2_x	F
Перша	240	0,28	0,83	0,32	0,83	0,33	0,83
Друга	214	0,36	0,97	0,46	1,08	0,44	1,02
Третя	172	0,44	1,01	0,51	0,90	0,57	1,14
Четверта	133	0,51	1,41	0,32	0,51	0,33	0,52
Найвища	240	0,64**	2,59	0,37	0,84	0,63**	2,49

Примітка: **P > 0,99.

Вивчаючи молочну продуктивність формування господарсько-корисних ознак під досліджуваного поголів'я корів української чорно-рябої молочної породи слід звернути увагу на впливом продуктивності їх матерів (табл. 5).

Таблиця 5.

Вплив матерів на молочну продуктивність дочок, $g \pm m_g$

Лактація	n	Показники за 305 днів лактації					
		Надій		вміст жиру в молоці		кількість молочного жиру	
		R	m_r	г	m_r	г	m_r
Перша	240	0,14	0,401	0,20	0,574	0,12	0,986
Друга	214	0,09	0,443	0,25	0,438	0,19	0,965
Третя	172	0,03	0,408	0,17	0,506	0,03	0,707
Четверта	133	0,23	0,547	0,13	0,539	0,14	0,979
Найвища	240	0,47***	0,060	0,34***	0,051	0,59***	0,064

Примітка: ***P > 0,99.

Кореляційний аналіз свідчить про статистично вірогідну наявність позитивного зв'язку молочної продуктивності дочок з їх матерями лише за найвищою лактацією. В середньому ж він коливається від 0,03 до 0,59.

Тобто, виявлена зумовленість ознак селекції під впливом таких категорій племінних тварин, як матері дочок.

Одержані коефіцієнти сили впливу паратипових факторів, серед яких рік і сезон народження та отелення, переконливо свідчать лише про високий та достовірний вплив фактора року (табл. 6). Сам чинник року народження телички у прямому сенсі не може впливати на її майбутню молочну продуктивність, проте

опосередковано кількісні ознаки залежать від умов, які були створені у тому чи іншому році для вирощування молодняка, так само як і умови годівлі та утримання корів-первісток у конкретному році їхнього отелення. Це яскраво підтверджується показниками сили впливу років народження і першого отелення, частка яких в загальній мінливості надою та виходу молочного жиру першої лактації відповідно становила 26,8 і 41,0 та 29,8 і 46,1 % з високими критеріями достовірності Фішера (P<0,001).

Отже, щоб одержати високі показники молочної продуктивності необхідно забезпечити тваринам належні умови годівлі та утримання в усі періоди їхнього життя.

Сила впливу паратипових та генотипових факторів на показники молочної продуктивності корів

Показник	Число градацій	N	Надій		Жир, кг	
			η_x^2	F	η_x^2	F
Рік народження	17	715	0,268	16,08	0,298	18,47
Сезон народження	4	715	0,067	12,86	0,075	14,41
Рік першого отелення	17	715	0,410	30,44	0,461	37,25
Сезон першого отелення	4	715	0,008	1,85	0,006	1,49
Батько корови	167	715	0,336	1,68	0,353	1,79
Батько матері корови	183	620	0,393	1,56	0,383	1,48
Лінія батька	13	715	0,059	3,65	0,056	3,47
Лінія матері	17	605	0,051	1,96	0,055	2,11
СІ батька корови	94	590	0,292	2,20	0,311	2,39
СІ батька матері корови	144	575	0,231	1,44	0,312	1,37
СПЦ батька за надоем	89	450	0,261	1,46	0,297	1,73
СПЦ батька за молочним жиром	53	450	0,196	1,87	0,212	2,04
СІ матері корови	45	490	0,104	1,18	0,112	1,36
СПЦ матері за надоем	45	490	0,110	1,47	0,115	1,54
СПЦ матері за молочним жиром	117	490	0,284	1,27	0,288	1,29

Як свідчать показники дисперсійного аналізу, величина надою та молочного жиру голштинизованих тварин підконтрольного стада істотно детермінується племінною цінністю батька та батька матері корови. За даними наших досліджень сила впливу племінної цінності батька та батька матері в загальній фенотиповій мінливості рівня надою та виходу молочного жиру за враховану лактацію відповідно становила 33,6 (P<0,001) і 39,3 (P<0,05) та 35,3 (P<0,001) і 38,3 % (P<0,05), при цьому отримані високі коефіцієнти підтверджуються достовірністю за критерієм Фішера.

Не менш важливим для селекції худоби моментом є дослідження рівня впливу на величину надою і молочного жиру ліній батька та матері, який за даними дисперсійного аналізу виявився навіть за обчисленням досить великої вибірки недостатньо високим і становив за оцінюваними показниками відповідно 5,9 і 5,1 та 5,6 і 5,5%.

Оцінка та добір тварин молочної худоби на сучасному етапі великомасштабної селекції ведеться з використанням селекційних індексів, визначення яких ґрунтується на генетико-математичних розрахунках, сумарна оцінка яких враховує одночасно декілька ознак.

Нами досліджуються індекси селекційної цінності (СІ) та стандартизованої племінної цінності (СПЦ) вираховані за формулами. Селекційний індекс представляє числову характеристику спадкових якостей тварин за незалежними рівнями генотипових ефектів ознак, якими ураховується їхнє селекційно-економічне значення.

Достатньо високі показники сили впливу на рівень надою та молочного жиру первісток одержано за величиною індексу селекційної цінності батька та батька матері корови ($\eta_x^2=0,292$ і $0,231$ та $0,311$ і $0,312$). За комплексними селекційними індексами стандартизованої племінної цінності батька за надоем і молочним жиром коефіцієнти сили впливу виявились також достатніми ($\eta_x^2=0,261$ і $0,196$ та $0,297$ і $0,212$).

За комплексним індексом селекційної цінності матері корови вплив на надій та молочний жир первісток виявився у 2,8 рази меншим ($\eta_x^2=0,104$ і $0,112$) порівняно з аналогічним індексом батька. Вплив стандартизованої племінної цінності матері за надоем на показники надою та молочного жиру первісток виявився невисоким ($\eta_x^2=0,110$ і $0,115$), тоді як за індексом СПЦ молочного жиру у 2,5 рази – вищим ($\eta_x^2=0,284$ і $0,288$).

Досвід розведення великої рогатої худоби свідчить про існування суттєвої залежності кількісних і якісних показників молочної продуктивності від такого паратипового чинника як сезон отелення корів. За результатами численних досліджень найвищими надоями характеризувались тварини, що отелились в осінньо-зимовий та зимово-весняний періоди, а найменший надій спостерігався у корів з літнім отеленням [2, 3, 4, 6].

Аналіз показників, які характеризують сезонність отелень тварин голштинської породи канадської селекції, свідчить про те, що в підконтрольному господарстві мали місце

цілорічні отелення із зміщенням більшої їхньої частини на зимово-весняні місяці.

II етап досліджень. Характеристику корів здійснено за 28 найважливішими господарсько-корисними ознаками. У цілому по стаду жива маса первісток склала 496,2 кг, висота в холці 131,3 см, обхват грудей 191,4 см, коса довжина тулуба 150,0 см; індекс вираженості типу 25,1%, масо-метричний коефіцієнт 105,2%. Отже, обстежені корови досить крупні, високі, що пояснюється високою часткою в їх генотипах голштинської спадковості (72,6%). Не дивлячись на це продуктивність стада невисока: надій корів-первісток склав 3953 кг за 305 днів лактації, кількість молочного жиру – 152,8 кг, відносна

молочність – 760 кг. Незадовільною є відтворна здатність: вік I-го отелення 34,8 місяця, тривалість сервіс-періоду 159,6 дня, коефіцієнт відтворної здатності 0,86.

До бажаного типу віднесені корови, продукція молочного жиру яких за лактацію перевищувала 179,2 кг. Їх жива маса склала в середньому 515,6 кг, висота в холці – 132,0 см, надій – 5207 кг, жирномолочність – 3,90%, відносна молочність – 976 кг.

Для вивчення впливу частки спадковості голштинської породи на продуктивні ознаки корів-первісток їх розділили за досліджуваною ознакою на 5 груп: I- до 50%, II – 50,1-62,5, III – 62,6-75,0, IV – 75,1-87,5, V – 87,6-100 (табл.7).

Таблиця 7.

Господарсько-корисні ознаки корів-первісток різних генотипів за часткою голштинської спадковості

Показники, одиниці виміру	Параметри корів різних генотипів, %					Різниця V-I	
	I – до 50 (n= 40)	II – 50,1-62,5 (n= 80)	III – 62,6-75,0 (n= 100)	IV – 75,1-87,5 (n= 140)	V – 87,6-100 (n= 150)	d	td
	Жива маса, кг	475,5	489,0	500,7	497,6	503,8	+28,3
Проміри, см:							
висота в холці	130,6	129,8	131,6	131,0	132,6	+2,0	2,66**
обхват грудей	186,4	188,0	192,5	192,2	193,9	+7,4	4,49***
коса довжина тулуба палицею	145,7	147,4	150,4	151,1	151,9	+6,2	5,33***
коса довжина заду	49,4	48,7	48,0	47,9	48,2	-1,2	2,49*
ширина в маклоках	50,7	48,6	48,5	47,9	47,6	-3,1	6,77***
Індекси, %:							
Довгоногості	48,4	47,9	47,6	47,6	47,6	+0,7	1,69
Формату	111,6	113,6	114,3	115,4	114,6	+3,0	3,73***
Компактності	128,2	127,8	128,1	127,4	127,8	-0,4	0,28
масо-метричний коефіцієнт, %	102,6	105,1	106,1	105,1	105,8	+3,2	2,57*
Надій за 305 дн, кг	3384	3511	3807	4055	4378	+994	7,03***
Жирномолочність, %	3,92	3,92	3,92	3,87	3,84	-0,08	1,85
Молочний жир, кг	132,3	137,1	149,0	155,9	167,5	+35,2	6,40***
Відносна молочність, кг	700	702	744	782	806	+106	3,60***
Обхват вим'я, см	108,6	111,0	109,3	109,7	111,8	+3,2	1,02
Довжина вим'я, см	33,1	34,0	33,6	36,5	34,3	+1,1	0,75
Ширина вим'я, см	27,8	27,6	27,7	27,5	27,0	-0,8	1,19
Глибина задньої частки, см	28,0	27,9	27,9	27,3	26,4	-1,6	2,63**
Умовний об'єм вим'я, л	11,2	11,5	11,2	11,4	10,9	-0,4	0,48
Добовий надій, кг	23,2	23,3	18,7	18,6	17,5	-5,7	2,02*
Шв. молоковіддачі, кг/хв	1,64	1,31	1,70	1,46	1,74	+0,10	0,67
Вік I-го отелення, міс.	33,8	33,6	34,7	35,4	35,1	+1,3	1,29

Встановлено, що цей селекційний прийом супроводжується достовірним збільшенням живої маси, промірів тіла, показників молочної продуктивності (крім вмісту жиру в молоці). Так, жива маса зросла на 28,3 кг, висота в холці – на 2,0 см, обхват грудей на 7,4 см, коса довжина тулуба на 6,2 см, надій за 305 днів лактації на 994 кг, продукція молочного жиру на 35,2 кг, відносна молочність на 106,2 кг. Із підвищенням частки спадковості поліпшувальної голштинської породи зменшується критерій достовірності різниці за

Студентом (t_d) корів з параметрами тварин бажаного типу. Середнє значення цього показника для корів I групи (до 50%) склало 3,33; III (62,5-75%) – 2,49; V (87,5-100%) – 2,15. Отже, найкраще відповідають параметрам тварин бажаного типу показники корів з максимальною часткою у генотипах спадковості голштинської породи.

Однак не можна стверджувати, що для даного господарства оптимальна найвища частка спадковості корів за голштинською породою. Якщо частка голштинської спадковості в цілому по стаду

становила 72,6%, то по бажаному типу вона була практично такою ж, навіть дещо нижчою – 72,4%.

Упродовж останніх років у господарстві найінтенсивніше використовувалось 12 чистопородних голштинських бугаїв-плідників. Середні показники первісток чорно-рябої породи в потомстві бугаїв коливалися за живою масою в межах 471,1-514,6 кг, висотою в холці 127,6-134,6 см, обхватом грудей 184,9-195,9 см, косою довжиною тулуба 145,0-153,1 см, індексом довгоногості 46,5-48,8%, вираженості типу 23,9-27,4%, масо-метричним коефіцієнтом 99,5-107,4%, надоем 2475-5161 кг, жирномолочністю 3,68-3,99%, відносною молочністю 487-905 кг, швидкістю молоковіддачі 1,18-1,89 кг/хв, віком 1-

го отелення 31,3-38,5 міс, коефіцієнтом відтворної здатності – 0,82-0,90 (табл.8).

Найкраще відповідають параметрам тварин бажаного типу показники дочок бугаїв, які мають мінімальний критерій достовірності різниці (t_d) між ними. В межах потомства оцінених бугаїв цей критерій коливався від 1,09 до 4,10. За відповідністю показників дочок параметрам тварин бажаного типу бугаї розмістилися в такій послідовності: Б-1 ($t_d=1,12$), Б-7 (1,68), Б-5 (1,78), Б-3 (2,09), Б-8 (2,12), Б-9 (2,13), Б-12 (2,35), Б-10 (2,52), Б-6 (2,63), Б-3 (3,08), Б-11 (3,72), Б-4 (4,19).

Нами проведено дослідження господарсько-корисних ознак корів-первісток 6 ліній. Потрібно відмітити, що параметри тварин різних ліній відрізняються.

Таблиця 8.

Господарсько-корисні ознаки корів-первісток, що належать до потомства різних бугаїв-плідників

Показники, одиниці виміру	Параметри дочок бугаїв-плідників											
	Б-1 (n=60)	Б-2 (n=11)	Б-3 (n=30)	Б-4(n=101)	Б-5 (n=10)	Б-6 (n=38)	Б-7 (n=12)	Б-8(n=156)	Б-9 (n=13)	Б-10 (n=31)	Б-11 (n=25)	Б-12 (n=39)
Жива маса, кг	514,6	488,8	505,5	475,0	499,8	490,8	510,6	506,6	483,0	494,8	471,1	502,7
Проміри, см: висота в холці	131,4	127,6	134,6	129,9	130,2	131,5	131,2	131,2	130,3	132,8	130,5	132,4
обхват грудей	195,7	191,7	191,0	185,9	193,3	182,5	194,2	195,9	184,9	191,1	189,2	192,4
коса довжина тулуба	153,1	147,2	152,4	145,0	148,5	146,7	151,8	151,9	147,0	152,7	147,4	152,1
коса довжина заду	50	48,2	48,4	48,9	45,8	48,3	47,9	48,2	47,8	47,4	44,7	49,6
ширина в маклоках	47,5	48,7	47,8	50,0	46,8	49,0	49,1	48,1	47,0	47,2	45,4	48,6
Індекси, %:												
довгоногості	46,5	48,2	48,6	48,2	47,8	48,7	47,9	47,0	48,4	48,8	47,8	48,4
формату	116,6	115,4	113,4	111,7	114,2	111,5	115,8	115,8	112,9	115,1	113,0	114,9
компактності	127,9	130,3	125,4	128,4	130,2	124,4	128,0	129,2	126,2	125,2	128,4	126,6
Надій за 305 дн, кг	5161	2475	3772	3326	4005	3701	4041	4487	3363	3734	3231	3386
Жирномолочність, %	3,68	3,82	3,84	3,99	3,84	3,98	3,95	3,84	3,94	3,91	3,87	3,92
Молочний жир, кг	190,0	94,4	145,1	132,2	154,2	147,9	156,8	171,4	130,9	136,1	125,1	132,3
Відносна молочність, кг	906	487	708	701	789	751	795	837	691	752	660	666
Обхват вим'я, см	113,2	106,4	104,5	109,6	110,0	110,2	102,0	122,7	109,5	113,1	110,7	110,4
Довжина вим'я, см	36,5	31,6	37,5	33,4	40,0	34,3	36,0	54,5	34,8	37,8	37,8	32,8
Ширина вим'я, см	26,8	25,8	29,0	27,8	29,0	27,6	27,0	29,0	27,8	27,3	28,4	26,5
Глибина задньої частки, см	28,5	27,4	23,5	28,4	25,0	28,0	22,0	43,0	24,8	26,3	24,0	26,4
Умовний об'єм вим'я, л	14,2	8,6	10,6	11,4	13,1	11,8	12,8	18,6	10,8	12,1	11,6	10,0
Добовий надій, кг	18,3	10,1	17,8	18,5	13,3	21,0	12,8	16,9	11,0	25,7	19,5	11,1

Шв. молоковіддачі, кг/хв	1,74	1,13	1,51	1,85	1,84	1,83	1,23	1,89	1,18	1,36	1,31	1,55
Вік I-го отелення, міс.	37,0	31,6	37,6	34,4	33,6	31,3	38,5	33,7	36,0	38,3	38,2	34,6

Таблиця 9.

Господарсько-корисні ознаки корів-первісток різних ліній

Показники, одиниці виміру	Параметри корів різних ліній					
	К-1 (n=239)	К-2 (n=30)	К-3 (n=174)	К-4 (n=52)	К-5 (n=23)	К-6 (n=31)
Жива маса, кг	507,8	505,5	478,0	511,6	479,6	494,8
Проміри, см: висота в холці	131,5	134,6	130,3	132,6	131,1	132,8
обхват грудей	195,3	191,0	186,1	194,3	182,5	191,1
коса довжина тулуба	152,2	152,4	145,9	152,0	146,6	152,7
коса довжина заду	48,4	48,4	48,2	49,6	48,6	47,4
ширина в маклоках	48,1	47,8	49,0	48,4	47,3	47,2
Індекси, %:						
Довгоногості	47,0	48,6	48,3	47,9	48,4	48,8
Формату	115,8	113,4	112,0	114,7	111,9	115,1
Компактності	128,5	125,4	127,7	127,9	124,6	125,2
округлості ребер	140,1	138,4	138,2	140,7	134,8	140,7
вираженості типу, %	25,0	25,1	25,0	25,3	24,7	26,2
масо-метричний коефіцієнт, %	106,3	105,6	103,2	108,2	102,1	103,7
Надій за 305 дн, кг	4590	3772	3434	3770	3333	3734
Жирномолочність, %	3,81	3,84	3,96	3,90	3,95	3,91
Молочний жир, кг	174,0	145,1	135,9	146,7	131,1	136,1
Відносна молочність, кг	846	708	710	727	684	752
Обхват вим'я, см	115,1	104,5	109,9	112,3	103,3	113,1
Довжина вим'я, см	41,3	37,5	34,1	34,2	31,1	37,8
Ширина вим'я, см	28,2	29,0	27,8	28,2	26,0	27,3
Глибина задньої частки, см	30,8	23,5	27,8	28,0	26,1	26,3
Умовний об'єм вим'я, л	12,3	10,6	11,5	11,7	9,4	12,1
Добовий надій, кг	17,9	17,8	19,3	19,2	19,0	25,7
Шв. молоковіддачі, кг/хв	1,79	1,51	1,49	1,67	1,58	1,36
Вік I-го отелення, міс.	35,4	37,6	37,2	35,4	32,0	38,3

Так, жива маса коливалась в межах 479,6 (К-5) – 507,8 кг (К-1), висота в холці 130,3 (К-3) -132,8 см (К-6), обхват грудей 182,5 (К-5) - 195,3 см (К-1), коса довжина тулуба 145,9 (К-3) -152,7 см (К-6), масо-метричний коефіцієнт 102,1 (К-5) – 108,2% (К-4), надій за 35 днів лактації 3333 (К-5) – 4590 кг молока (К-1), жирномолочність 3,81 (К-1) -3,96% (К-3), відносна молочність 684 (К-5) – 846 кг (К-1), умовний об'єм вим'я 9,4 (К-5) -12,3 л (К-1), швидкість молоковіддачі 1,36 (К-6) -1,79 кг/хв. (К-1), вік I-го отелення 32,0 (К-5) – 38,3 місяців (К-6),

коефіцієнт відтворної здатності 0,82 (К-1) – 0,94 (К-5) (див. табл. 9). Найкраще відповідають параметрам тварин бажаного типу корови лінії К-1 ($t_d=1,78$), найгірше – К-3 ($t_d=4,56$).

За результатами проведеного нами дисперсійного аналізу частка впливу кровності за голштином на результативну продуктивну ознаку (продукцію молочного жиру) склала 10,3%, належності до лінії – 25,6%, генотипу бугая – 36,1% (табл. 10).

Результати дисперсійного аналізу впливу генетичних факторів на продукцію молочного жиру

Показники впливу	Ф а к т о р и		
	генотип	лінія	бугай
$\eta_x^2, \%$	10,3	25,6	36,1
$F_{\text{фактичне}}$	16,28	27,71	20,90
$F_{\text{критичне}}$	2,39	2,03	1,68

Висновки:

1. Отже, частка впливу досліджених генотипових факторів на молочну продуктивність корів української чорно-рябої породи достовірно проявляється за найвищу лактацію. Коефіцієнт успадкованості надою, вміст жиру в молоці та кількість молочного жиру зростає з першої до четвертої лактації.

2. Встановлено існування достовірної залежності рівня молочної продуктивності корів-первісток від сезону їхнього отелення.

3. Фактор сезону отелення зумовлює фенотипову мінливість надою корів піддослідних груп на 3,4-14,2 % залежно від їхнього походження.

4. Встановлена наявність генетичного впливу на мінливість ознак надою свідчить про можливість ефективної селекції досліджуваної худоби за добром предків з високою оцінкою за селекційними індексами.

5. Корови-первістки обстеженого стада української чорно-рябої молочної породи мають занижкі показники як для голштинізованої худоби: живу масу 496,2 кг, надій за лактацію - 3953 кг, кількість молочного жиру – 152,8 кг, відносну молочність – 760 кг.

6. Збільшення частки голштинської породи в генотипах корів супроводжується підвищенням

живої маси, збільшенням основних промірів тулуба та покращенням ознак молочної продуктивності при погіршенні відтворної здатності тварин.

7. Дочки бугаїв-плідників та тварини різних голштинських ліній помітно відрізняються за комплексом господарсько-корисних ознак, тому племінну цінність бугаїв і ліній зарубіжної селекції слід визначати в господарствах їх використання.

Література

1. Кругляк А.П., Буркат В.П., Хаврук А.Ф. Генофонд голштинського скота в Україні (генеалогические схемы). К.: Урожай, 1994. 387 с.
2. Мельник Ю.Ф., Коваленко В.П., Угнівенко А.М. Селекція сільськогосподарських тварин. К.: «Інтас», 2008. 445 с.
3. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. М. : Колос, 1969. 256 с.
4. Шендаков А.И. Использование потенциала голштинского скота. Зоотехния. 2005. № 8. С. 5 - 7.
5. Єфіменко М. Українська чорно-ряба молочна. Тваринництво України, 1996. №11. С.7-8.
6. Вінничук Д.Т., Мережко П.М. Шляхи створення високопродуктивного молочного стада. К.: Урожай, 1991. 240 с.

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Kurstak V.Yu.

*Candidate of physical and mathematical Sciences,
Associate Professor of the Department of theoretical physics and heating engineers
Yanka Kupala Grodno State University*

INFLUENCE OF THERMAL PHASE LATTICE ON THE ULTRASHORT PULSES CHARACTERISTICS GENERATED BY THE DISTRIBUTED FEEDBACK DYE LASER

Курстак В.Ю.

*кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры теоретической физики и теплотехники
Гродненский государственный университет имени Янки Купалы*

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОЙ ФАЗОВОЙ РЕШЕТКИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ УЛЬТРАКОРОТКИХ ИМПУЛЬСОВ ИЗЛУЧЕНИЯ РОС-ЛАЗЕРА НА КРАСИТЕЛЯХ

Abstract. Investigations of influence of thermal phase lattice (TPL) on generation characteristics of radiation of the distributed feedback (DFB) dye laser are executed at nanosecond duration of excitation. Investigation is executed by the analysis of a kinetics of generation at various concentrations of molecules of dye in the active medium of DFB dye laser. It set, that the strong influence TPL on generation characteristics of radiation takes place at concentrations of dye in the active medium, smaller critical concentration. Presence TPL leads to magnification of duration and power of single ultrashort pulses (USP), generated of DFB dye laser. At concentrations of molecules of dye in the active medium, exceeding critical, influence TPL on duration and power of single USP is negligible, if concentration is higher critical in two and more times.

Аннотация. Исследовано влияние тепловой фазовой решётки (ТФР) на генерационные характеристики излучения РОС-лазера на красителях при наносекундной длительности импульсов возбуждения. Исследование выполнено путём анализа кинетики генерации при различных концентрациях молекул красителя в активной среде РОС-лазера. Установлено, что сильное влияние ТФР на генерационные характеристики излучения имеет место при концентрациях красителя в активной среде, меньших критической концентрации. Наличие ТФР приводит к увеличению длительности и мощности генерируемых РОС-лазером одиночных ультракоротких импульсов (УКИ). При концентрациях молекул красителя превышающих критическую в два и более раз влияние ТФР на длительность и мощность одиночных УКИ пренебрежимо мало.

Keywords: distributed feedback (DFB) dye laser, thermal phase lattice, periodic structure of inversion population, ultrashort pulses of radiation, generation characteristics.

Ключевые слова: РОС-лазер на красителях, тепловая фазовая решётка, периодическая структура инверсии населённости, ультракороткие импульсы излучения, генерационные характеристики.

Постановка проблемы и анализ публикаций. Лазеры на красителях с динамической распределенной обратной связью (РОС) представляют собой простые по конструкции и удобные в эксплуатации источники лазерного излучения.

В настоящее время достигнут значительный прогресс в исследовании и разработке таких лазеров. Реализован целый ряд оптических схем РОС-лазеров, продемонстрированы такие их достоинства, как малая спектральная ширина линии излучения, широкий диапазон перестройки, высокий КПД, возможность получения генерации импульсов пикосекундной и фемтосекундной длительности как при пикосекундном, так и наносекундном возбуждении [1-17]. Следует также отметить простоту конструкции, технологичность в производстве и удобство в эксплуатации таких лазеров. Создание РОС-лазеров с высокими выходными характеристиками обусловило их применение в научных исследованиях [18-22].

Особый интерес представляет возможность получения генерации ультракоротких импульсов излучения (УКИ) при возбуждении РОС-лазера на красителях импульсами наносекундной длительности. В зависимости от конкретных условий реализации режима генерации УКИ характеристики одиночных УКИ могут значительно отличаться [23]. Это связано с тем, что в лазере на красителях со светоиндуцированной РОС при наносекундной накачке помимо периодической структуры инверсии населённости всегда формируется тепловая фазовая периодическая решётка (ТФР).

Не решённая часть общей проблемы. Положительной обратной связи, создаваемой ТФР, оказывается вполне достаточно, чтобы осуществить генерацию РОС-лазера чисто на ТФР. О получении генерации в растворе красителя на основе РОС, обеспечиваемой ТФР при наносекундной накачке сообщалось авторами работы [4], в которой было экспериментально определено время релаксации ТФР. Релаксация

тепловых решеток в активной среде РОС- лазера изучалась также авторами работы [24]. Влияние нестационарной тепловой решетки на ширину линии генерации РОС-лазера на красителях исследовали авторы работы [25].

Инерционность ТФР побуждает обратить внимание на влияние, которое она может оказывать на генерационные характеристики УКИ РОС-лазера на красителях. Таким образом, **целью данной работы является** исследование влияние ТФР на временные и энергетические характеристики излучения РОС-лазера на красителях при наносекундной длительности накачки.

$$\frac{dN(t)}{dt} = I_p(t)\sigma_p(N_\Sigma - N(t)) - \frac{\sigma_e c}{n_p} N(t)Q(t) - \frac{N(t)}{\tau} \quad , \quad (2)$$

$$\frac{dQ(t)}{dt} = \frac{(\sigma_e - \sigma_a)c}{n_p} N(t) Q(t) - \frac{Q(t)}{\tau_c(t)} + \frac{\Omega}{\tau} N(t) \quad , \quad (3)$$

где N_Σ - концентрация молекул красителя в растворе, σ_p - сечение поглощения молекул красителя на длине волны накачки, σ_e - сечение вынужденного излучения молекул красителя, σ_a - сечение поглощения молекул красителя на длине волны генерации, c - скорость света, n_p - показатель преломления раствора красителя; τ - время жизни возбужденного состояния молекул красителя; $\tau_c(t)$ - эквивалентное время жизни фотона в резонаторе; Ω - коэффициент, определяющий часть фотонов спонтанного излучения, попадающего в спектральный интервал генерации и распространяющегося внутри телесного угла, что и фотоны вынужденного излучения.

Излучением накачки инициируются в активной среде периодическая пространственная структура инверсии населенности и тепловая периодическая структура. Эти структуры и обеспечивают необходимую для разгорания генерации положительную обратную связь, которую можно оценить, проанализировав их вклады в величину эквивалентного времени жизни фотона в резонаторе $\tau_c(t)$ [27]:

$$\tau_c(t) = \tau_n(t) + \tau_\alpha(t) \quad . \quad (4)$$

Величины $\tau_n(t)$ и $\tau_\alpha(t)$ описывают составляющие эквивалентного времени жизни фотона в резонаторе, обусловленное ТФР и пространственной периодической структурой инверсии населенности, соответственно, причём

$$\tau_n(t) = \frac{n_p L^3}{2c\lambda_g^2} \Delta n^2(t) \quad , \quad (5)$$

$$\tau_\alpha(t) = \frac{n_p L^3}{8c\pi^2} \Delta \alpha^2(t) \quad . \quad (6)$$

Здесь $\Delta n(t)$ - изменение показателя преломления, L - длина периодической структуры, λ_g - длина волны генерируемого излучения, $\Delta \alpha(t)$ - изменение усиления активной среды.

Для определения $\Delta n(t)$, вызванного инициированием в среде ТФР воспользуемся соотношением [23]:

$$\Delta n = \left(\frac{dn}{dT}\right) \Delta T \quad , \quad (7)$$

Изложение основного материала.

Проведенные в данной работе исследования выполнялись посредством численного моделирования кинетики генерации РОС -лазера на красителях [5,26].

Скорость возбуждения $I_p(t)$ задавалась в виде гауссова импульса:

$$I_p(t) = I_0 \exp\left(-\left(\frac{t-\tau_0}{T_u}\right)^2\right) \quad , \quad (1)$$

Изменение усредненных по активной среде населенности верхнего лазерного уровня $N(t)$ и плотности фотонов генерируемого РОС -лазером излучения $Q(t)$ можно записать следующим образом:

где ΔT - изменение температуры в максимумах решетки по сравнению с температурой окружающей среды T_0 . Интересующую нас величину ΔT определим, воспользовавшись решением одномерного уравнения теплопроводности [28,29] с источниками тепла

$$q = q_0(1 + \cos(2\pi x/\Lambda)) \quad , \quad (8)$$

где q - плотность мощности тепловыделения, Λ - период РОС-структуры.

$$T(x, t) - T_0 = q_0 a (1 - \exp(-\beta t / C\rho a)) / \beta + (q_0 \tau_p / C\rho) \cdot (1 - \exp(-t/\tau_p)) M \cos(2\pi x/\Lambda) \quad , \quad (9)$$

где a - глубина проникновения накачки, C - теплоемкость единицы объема вещества, ρ - плотность, β - коэффициент теплообмена с окружающей средой. Контраст структуры M будем считать равным 1, τ_p - постоянная времени тепловой релаксации.

$$\tau_p = (4\pi^2 \sigma / \Lambda^2 + \beta / C\rho a)^{-1} \quad , \quad (10)$$

где σ - коэффициент температуропроводности вещества. В вашем случае выравнивание температуры происходит благодаря теплопроводности активной среды, т.е. $\beta / C\rho a \ll 4\pi^2 \sigma / \Lambda^2$, тогда с учётом связи Λ с длиной волны генерации РОС-лазера λ_g получим:

$$\tau_p = \left(\frac{\lambda_g}{2n_p}\right)^2 \frac{1}{4\pi^2 \sigma} \quad , \quad (11)$$

Разность температур ΔT , которая имеет место при смещении из максимума тепловой решетки в ее минимум, будет описываться, согласно (9), выражением:

$$\Delta T = \frac{2q_0 \tau_p}{C\rho} (1 - \exp(-t/\tau_p)) \quad . \quad (12)$$

Как видно из (12), искомая величина ΔT зависит от мощности источника тепловыделения и теплофизических параметров активной среды. Плотность мощности источника q_0 определяется выражением:

$$q_0 = \left(1 - f \frac{\lambda_p}{\lambda_g}\right) \frac{E(t)}{V_a t} \quad , \quad (13)$$

где f - квантовый выход люминесценции используемого красителя, V_a - возбуждаемый объём красителя, λ_p - длина волны излучения

накачки, $E(t)$ – энергия импульса накачки, поглощенная к моменту времени t .

Подставив теперь значение ΔT из (12) в (7) и учтя выражение (13), для Δn получим:

$$\Delta n(t) = A_T \frac{E(t)}{t} \left(1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau_p}\right)\right), \quad (14)$$

$$\text{где } A_T = \left(\frac{dn}{dT}\right) \frac{2\tau_p}{c\rho V_a} \left(1 - f \frac{\lambda_p}{\lambda_g}\right).$$

Зная форму импульса накачки и характеристики раствора красителя, используемого в качестве активной среды РОС-лазера можно рассчитать $\Delta n(t)$, а следовательно и $\tau_n(t)$, и

выяснить влияние ТФР на генерационные характеристики УКИ.

При выполнении численных исследований использовались физические параметры активной среды и красителя родамин 6Ж, приведенные в таблице 1:

Концентрация молекул красителя в активной среде РОС-лазера является одним из параметров, оказывающих существенное влияние на генерационные характеристики УКИ при наносекундной длительности накачки.

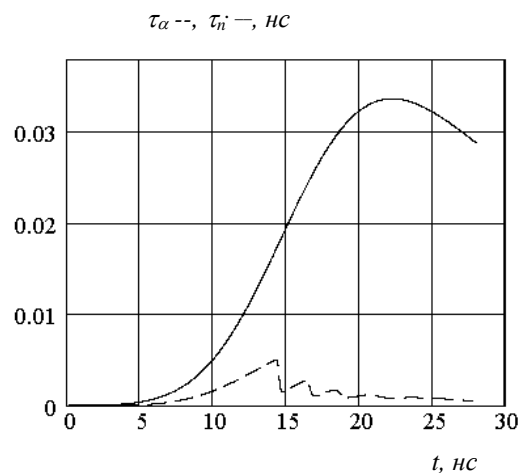
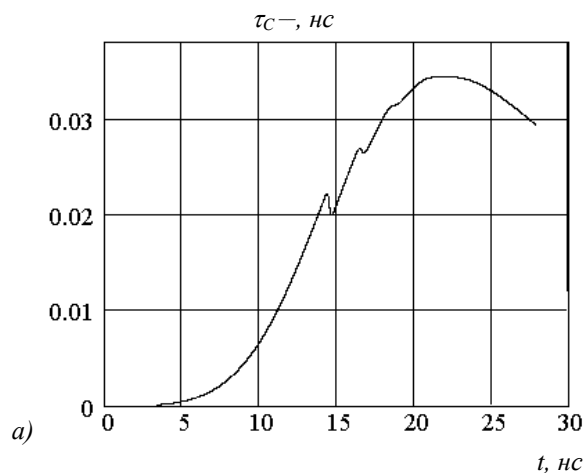
Таблица 1

Значения физических параметров, используемых в вычислениях

Физическая величина	Пояснение
$\sigma_p = 4,0 \cdot 10^{-17} \text{ см}^2$	Сечение поглощения излучения накачки
$\sigma_e = 2,0 \cdot 10^{-16} \text{ см}^2$	Сечение вынужденного излучения
$l = 1 \text{ см}$	Длина периодической структуры
$\lambda_p = 5,32 \cdot 10^{-5} \text{ см}$	Длина волны излучения накачки
$\lambda_g = 5,7 \cdot 10^{-5} \text{ см}$	Длина волны излучения генерации
$\tau_p = 14 \text{ нс}$	Длительность импульсов накачки
$\tau = 4 \text{ нс}$	Время жизни возбужденного состояния красителя
$\sigma_a = 0,7 \cdot 10^{-16} \text{ см}^2$	Сечение поглощения генерируемого излучения
$f = 0,92$	Квантовый выход люминесценции красителя
$n_p = 1,36$	Показатель преломления раствора красителя
$C = 2,43 \text{ Дж/(гК)}$	Теплоёмкость раствора красителя
$\rho = 0,79 \cdot \text{г/см}^3$	Плотность растворителя
$\sigma = 8,75 \cdot 10^{-4} \text{ см}^2/\text{с}$	Коэффициент температуропроводности раствора
$dn/dT = 4 \cdot 10^{-4} \text{ К}^{-1}$	Производная показателя преломления по температуре

Изменение концентрации сильно влияет на ход временной зависимости величины τ_c , рис.1, которая полностью определяется изменением составляющих τ_n и τ_a . Характер изменения величины τ_a такой, что своего наибольшего значения она достигает к началу развития генерации, в то время как τ_n монотонно возрастает до тех пор, пока действует накачка. Величина нормированной накачки $\gamma = I_p/I_{th}$ на значение

пороговой плотности мощности возбуждения при этом сохранялась постоянной и равной 1,4. РОС-лазер в этом случае генерирует пуг, состоящий из четырех импульсов пикосекундной длительности. При высоких концентрациях, рис.1 в), характер изменения τ_c такой, как и у τ_a , т.е. вклад τ_n в данном случае представляет собой малую добавку к τ_a .



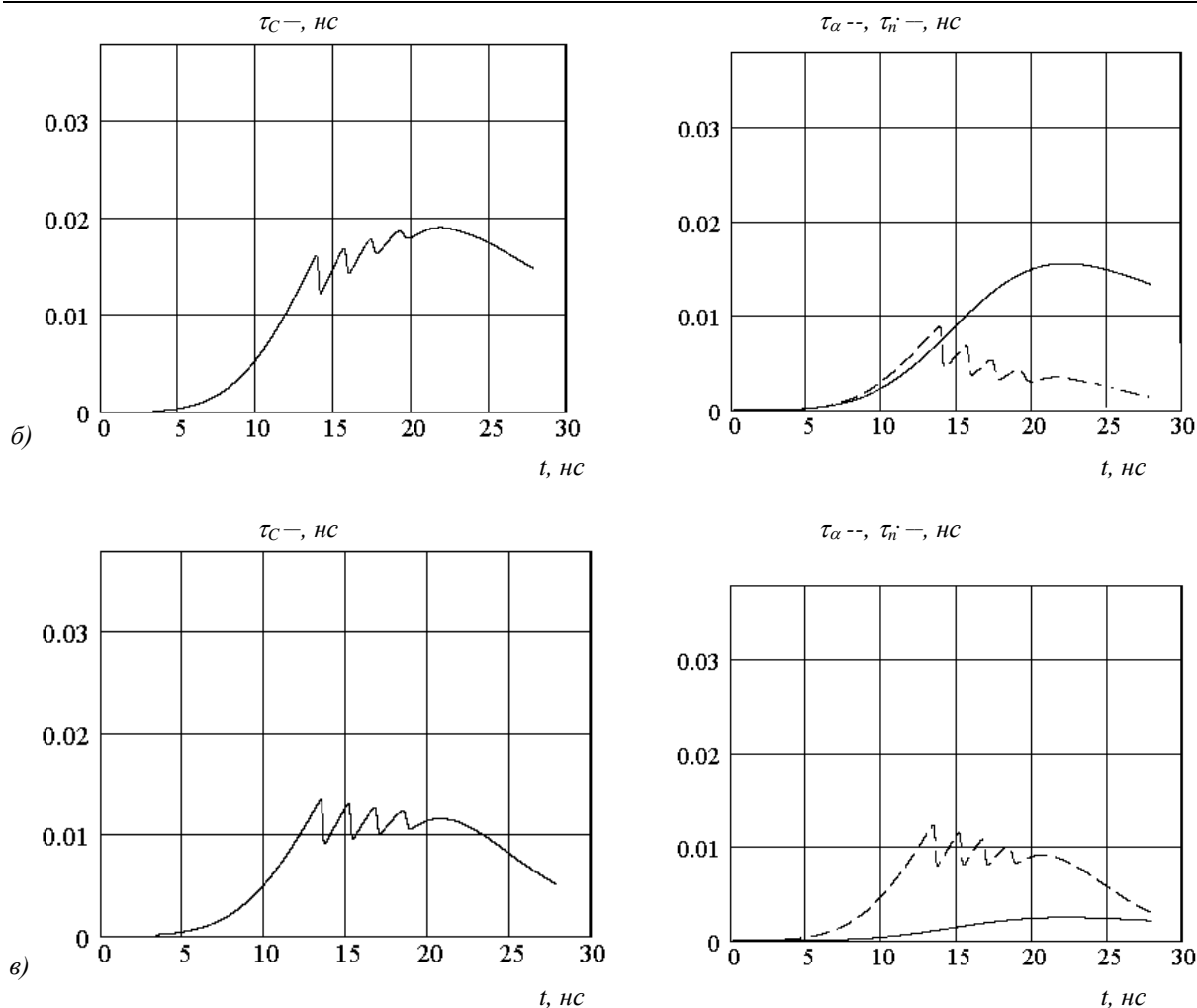


Рис. 1. Изменение времени жизни фотона в резонаторе τ_c и его составляющих - τ_α и τ_n во времени при концентрации молекул красителя а) - $5 \cdot 10^{-4}$, б) - 10^{-3} и в) - $3 \cdot 10^{-3}$ моль/л, и превышении порога накачки $\gamma = 1,4$.

При малых концентрациях, рис.1 а), изменение τ_c определяется величиной τ_n и в этом случае уже τ_α играет роль небольшой добавки к τ_n .

Величина резкого скачка вниз у τ_α , соответствующего генерации первого импульса в цуге, заметно увеличивается при уменьшении концентрации молекул красителя, а последующие скачки всё в большей мере сглаживаются. Это указывает на увеличение эффективности опустошения верхнего лазерного уровня.

Резкое падение τ_c соответствует генерации УКИ излучения. Рост величины γ приводит к существенному уменьшению скачка τ_c в момент генерации импульса, так как падение τ_α частично компенсируется увеличением τ_n . Таким образом, увеличивая γ выше некоторого её значения можно получить полное сглаживание скачка во временном изменении τ_c . Это соответствует генерации гладкого импульса наносекундной длительности, описанного в [30].

Исследование зависимости величин τ_n и τ_α в момент разгорания генерации одиночного УКИ от

концентрации молекул красителя в растворе, рис. 2, позволяет проанализировать соотношение вкладов ТФР и периодической структуры инверсии населенности в положительную обратную связь, а также установить значение концентрации, при которой вклад ТФР становится существенным. Как видно из рис.2, при малой концентрации красителя ($2 \cdot 10^{-4}$ моль/л) τ_n в момент разгорания генерации сильно превышает τ_α (более чем в 50 раз) и с ростом концентрации красителя уменьшается, при этом величина τ_α монотонно увеличивается до своего максимального значения. При концентрации $C_k = 10^{-3}$ моль/л времена жизни фотона в резонаторе τ_n и τ_α в момент разгорания генерации одинаковы. Данную концентрацию будем называть критической. В этом случае величина положительной обратной связи на ТФР такая же, как и на периодической пространственной структуре инверсии населённости. Зависимость длительности одиночного УКИ, от концентрации красителя в активной среде РОС-лазера приведена на рис. 3.

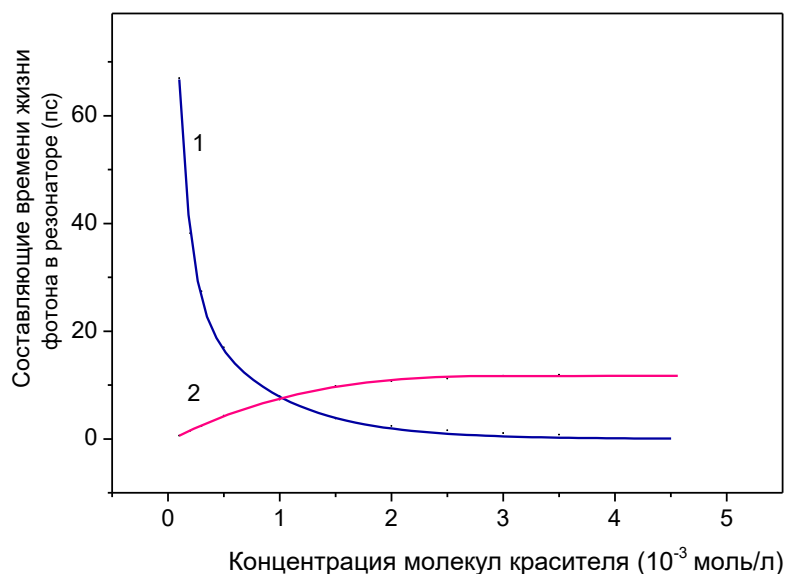


Рис. 2. Зависимость составляющих времени жизни фотона в резонаторе τ_n (1) и τ_α (2) в момент генерации одиночного УКИ от концентрации молекул красителя в растворе.

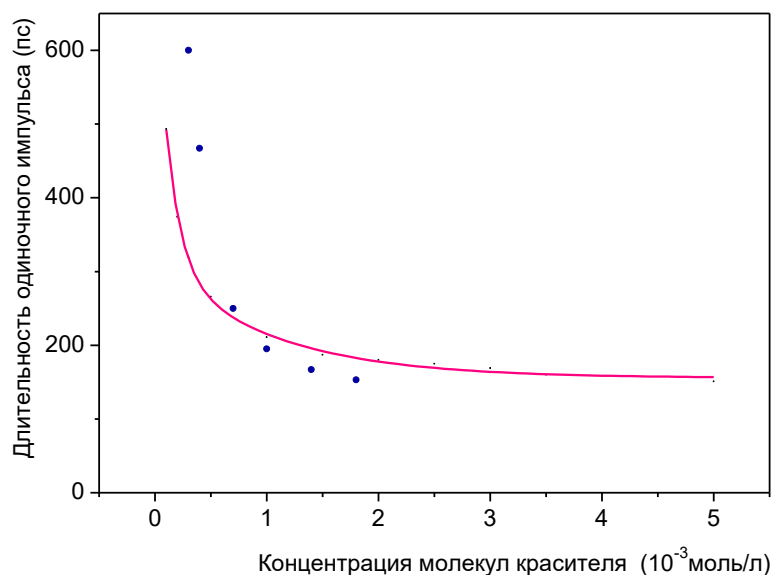


Рис. 3. Зависимость длительности одиночного УКИ от концентрации молекул красителя в растворе. Сплошная линия – расчёт, точки – эксперимент.

Сплошная линия отображает расчётные значения, а точки соответствуют эксперименту. Увеличение концентрации молекул красителя в активной среде от минимальных её значений до C_k приводит к сильному сокращению длительности одиночного УКИ, в то время как дальнейшее увеличение концентрации, выше C_k , вызывает незначительное изменение длительности.

Зависимость мощности одиночного УКИ, генерируемого РОС-лазером, от концентрации молекул красителя приведена на рис.4. Увеличение концентрации молекул красителя приводит к существенному уменьшению мощности одиночных УКИ. Причём, при возрастании концентрации выше $2C_k$ мощность одиночного импульса практически не изменяется.

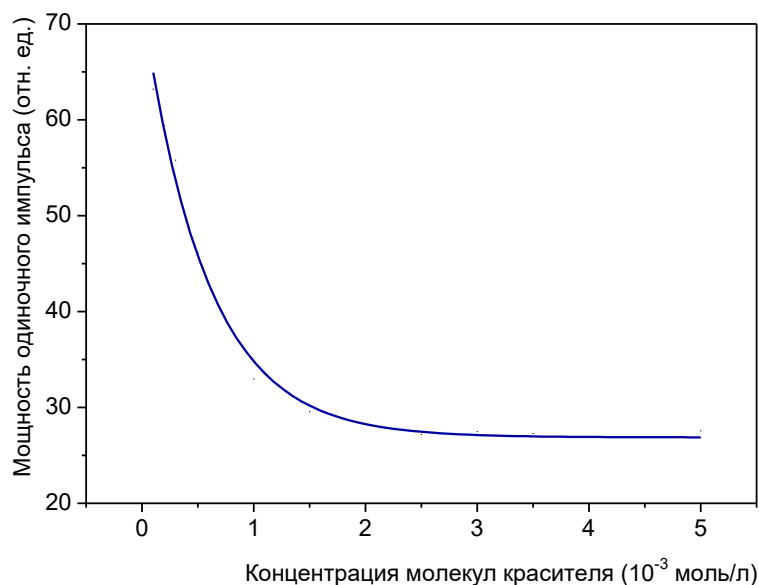


Рис. 4. Зависимость мощности одиночного УКИ от концентрации молекул красителя в растворе.

Увеличение мощности одиночного импульса пикосекундной длительности с ростом вклада ТФР, т.е. при уменьшении концентрации, связано с увеличением пороговой плотности мощности I_{th} , поскольку $\tau_n \sim (\gamma I_{th})^2$. Рост величины I_{th} существенно увеличивает τ_n . Следовательно, возрастание величины положительной обратной связи из-за ТФР при уменьшении концентрации молекул красителя способствует росту эффективности энергоотдачи активной среды и тем самым увеличивает мощность одиночного УКИ.

Уменьшение длительности накачки существенно изменяет соотношение τ_n и τ_α в момент разгорания генерации. Величина τ_α увеличивается из-за возросшей скорости накачки, а τ_n заметно уменьшается ввиду снижения пороговой плотности мощности возбуждения. При этом точка пересечения кривых на рис. 2, т.е. критическая концентрация, сместится в сторону меньших значений.

В экспериментальных исследованиях использовался РОС-лазер с делителем пучка накачки в виде призмы Дове. Схема экспериментальной установки, на которой проводились измерения приведена на рис.5. Возбуждение РОС-лазера осуществлялось излучением второй гармоники АИГ - Nd^{3+} лазера с длительность импульсов 14 нс [31]. Экспериментальные исследования проводились

при тех же параметрах активной среды РОС-лазера и возбуждения, что и численные.

Выводы из исследования. Проведенные исследования показали, что влияние ТФР на генерацию УКИ РОС-лазером на красителях и их генерационные характеристики определяющим образом зависит от концентрации молекул красителя в активной среде лазера. Определена критическая концентрация красителя $C_k = 10^{-3}$ моль/л, при которой величина положительной обратной связи на ТФР равна соответствующей величине на структуре инверсии населённости.

При высоких концентрациях красителя, больших C_k , длительность одиночного УКИ уменьшаются из-за ТФР незначительно.

Использование низких концентраций красителя ($C = 5 \cdot 10^{-4}$ моль/л), которые заметно ниже критической, приводит к существенному увеличению длительности и мощности одиночного УКИ по сравнению с их значениями при высоких концентрациях красителя из-за увеличения положительной обратной связи на ТФР.

С возрастанием уровня накачки сильнее увеличивается время жизни фотона в резонаторе, обусловленное ТФР, по сравнению с аналогичной величиной, соответствующей периодической структуре инверсии населённости, что ведёт к сглаживанию импульсов в цуге и при определённом значении уровня накачки импульс становится гладким.

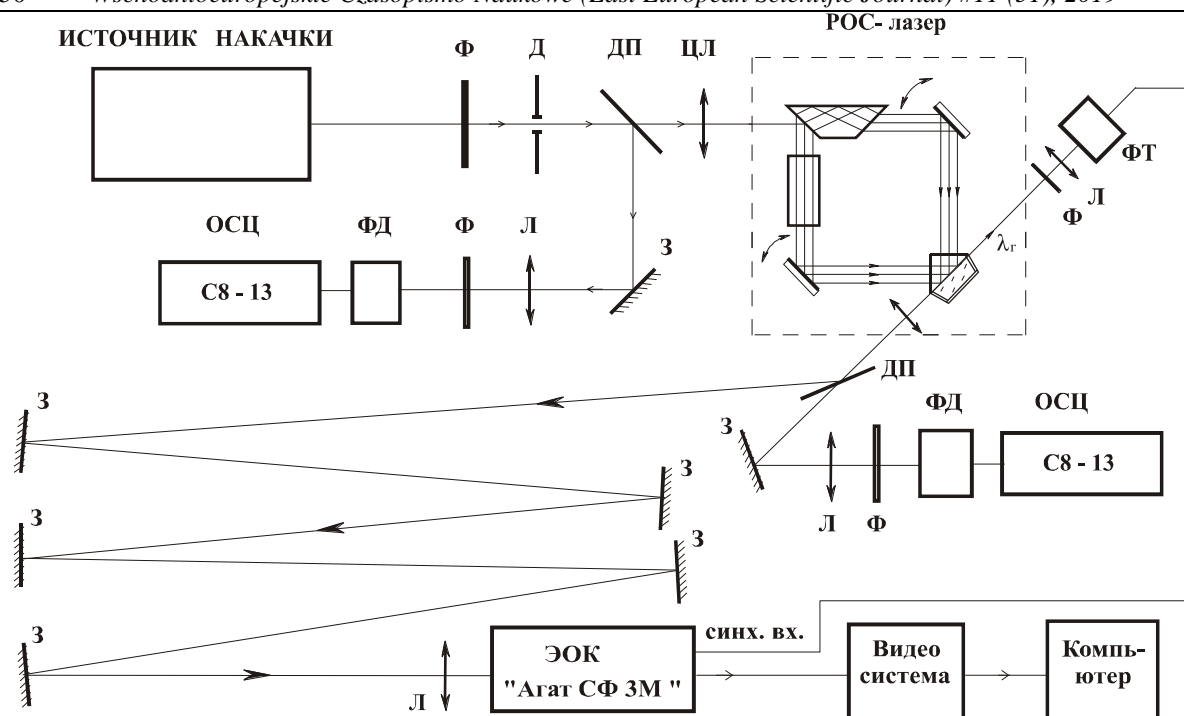


Рис.5. Схема экспериментальной установки: Ф - Фильтр; Д - диафрагма; ДП - делительная пластинка; ЦЛ - цилиндрическая линза; З - Зеркало; Л - Линза; ФД - Фотодиод ФД-24К; ФТ - Фототранзистор.

Использование для возбуждения РОС-лазера на красителях импульсов меньшей длительности увеличивает вклад в положительную обратную связь инверсии населённости и уменьшает обратную связь на ТФР. При этом критическая концентрация смещается в сторону меньших значений.

Влияние ТФР увеличивается с уменьшением квантового выхода люминесценции молекул красителя, ростом стоковых потерь в активной среде РОС-лазера, а также с увеличением dn/dT используемого растворителя.

Полученные в работе данные имеют важное практическое значение для корректной интерпретации результатов экспериментальных исследований с использованием РОС-лазеров на красителях, возбуждаемых импульсами наносекундной длительности.

Список литературы

1. Shank C.V. Tunable distributed feedback dye laser / C.V. Shank, J.E. Bjorkholm, H. Kogelnik // Appl. Phys. Lett. – 1971. – V.18. – № 9. – P.395-396.
2. Chandra S. Prism dye laser / S. Chandra, N. Takeuchi, S.R. Hartman // Appl. Phys. Lett. – 1972. – V.21. – № 4. – P.144-146.
3. Pasandideh K. The effect of pulsewidth of pumping pulse on the stability of distributed feedback dye laser / K. Pasandideh, M. Rahbari and R. Sadighi Bonabi // Laser Phys. – 2017. – V.27. 045001
4. Рубинов А.Н. Лазеры на красителях с РОС / А.Н. Рубинов, Т.Ш. Эфендиев // ЖПС. – 1977. – Т.27. – № 4. – С. 634-645.
5. Bor Zs. Tunable picosecond pulse generation by an N_2 laser pumped self Q-switched distributed-

feedback dye laser / Zs. Bor // IEEE J. Quantum Electron. – 1980. – V.16. – № 5. – P.517-524.

6. Рубинов А.Н. Лазеры на красителях со светоиндуцированной распределенной обратной связью / А.Н. Рубинов, Т.Ш. Эфендиев // Квантовая электроника. – 1982. – Т.9. – № 12. – С. 2359-2366.

7. Efendiev T.Sh. Generation of tunable picosecond pulses in simple distributed feedback dye laser under N_2 laser pumping / T.Sh. Efendiev, V.M. Katarkevich, A.N. Rubinov // Opt. Commun. – 1985. – V.55. – №5. – P.347-352.

8. Ермилов Е.А. Генерация одиночных пикосекундных импульсов в лазере с распределённой обратной связью на бинарной смеси красителей при наносекундном возбуждении / Е.А. Ермилов, И.М. Гулис // Квантовая электроника. – 2001. – Т.31. – № 10. – С. 857-860.

9. Sobel F. Multimode distributed feedback laser emission in a dye-doped optically pumped polymer thin-film / F. Sobel, D. Gindre, J.-M. Nunzi, C. Denis, V. Dumarcher, C. Fiorini-Debuisschert, K.P. Kretsch and L. Rocha // Optical Materials. – 2004. – V.27. – P.199-204.

10. Balslev S. Single mode solid state distributed feedback dye laser fabricated by gray scale electron beam lithography on a dye doped SU-8 resist / S. Balslev, T. Rasmussen, P. Shi, A. Kristensen // J. Micromech. Microeng. – 2005. – V.15. – № 12. – P.2456-2461.

11. Sailaja R. Tunable multiline distributed feedback dye laser based on the phenomenon of excitation energy transfer / R. Sailaja, P.B. Bisht // Organic Electronics. – 2007. – V.8. – № 2-3. – P. 175-183.

12. Fukushima M. Distributed feedback lasing from dye-doped glass films using photopatterned gold

- nanoparticles / M. Fukushima, H. Yanagi, S. Hayashi et. al. // *J. Appl. Phys.* – 2005. – V.97. 106104.
13. Chen F. First-order distributed feedback dye laser effect in reflection pumping geometry / F. Chen, D. Gindre, J.-M. Nunzi // *Opt. Lett.* – 2007. – V.32. – № 7. – P. 805.
14. Chen Y. Nanoimprinted circular grating distributed feedback dye laser. / Y. Chen Y., Zh. Li, Zh. Zhang, D. Psaltis, A. Scherer // *Appl. Phys. Letts.* – 2007. – V.91. – № 5. – 051109-1.
15. Park T. Widely tunable lasing with lowered threshold in a two-dimensional indium-tin-oxide distributed-feedback structure / T. Park, S. Bae, N.Y. Ha // *Optical Materials Express.* – 2016. – V.6. – № 11. – P. 3676.
16. Novitsky D.V. Dynamics of DFB dye lasing by polarization modulation: simulations and experiment / D.V. Novitsky, V.M. Katarkevich, T.Sh. Efendiev // *Laser Phys. Lett.* – 2016. – V.13. – № 2. – P. 025002.
17. Katarkevich V.M. Highly efficient solid-state distributed feedback dye laser based on polymer-filled nanoporous glass composite excited by a diode-pumped solid-state Nd:LSB microlaser / V.M. Katarkevich, A.N. Rubinov, T.Sh. Efendiev, S.S. Anufrik, M.F. Koldunov // *Applied Optics.* – 2015. – V.54. – №26. – P.7962-7972.
18. Takeyasu N. Highly efficient solid-state distributed feedback dye laser based on polymer-filled nanoporous glass composite excited by a diode-pumped solid-state Nd:LSB microlaser / N. Takeyasu, T. Deguchi, M. Tsutsumikawa, J. Matsumoto, T. Imasaka // *Anal. Sci.* – 2002. – V.18. – P.243.
19. Oki Y. Multiwavelength distributed-feedback dye laser array and its application to spectroscopy / Y. Oki, S. Miyamoto, M. Maeda, N.J.Vasa // *Optics Letters.* – 2002. – V.27. – №14. – P. 1220 – 1222.
20. Yaney P.P. Distributed-feedback dye laser for picosecond ultraviolet and visible spectroscopy / P.P. Yaney, D.A.V. Kliner, P.E. Schrader, R.L. Farrow // *Rev. Sci. Instrum.* – 2000. – V.71. – P. 1296.
21. Khan N. Overexposure analysis of pulsed distributed feedback laser source / N. Khan, A. Idrees / *J. of Biomed. Opt.* – 2001. – V.6. – № 1. – P.86-89.
22. Ushimura T. Fluorescence Lifetime Imaging Microscope Consisting of a Compact Picosecond Dye Laser and a Gated Charge-Coupled Device Camera for Applications to Living Cells / T. Ushimura, S. Kawanabe, Y. Maeda, T. Imasaka // *Anal. Sci.* – 2006. – V.22. – P. 1291.
23. Anufrik S.S. Generation of picosecond impulses by dye laser with distributed feedback / S.S. Anufrik, V.Yu. Kurstak, A.N. Rubinov, T.Sh. Efendiev // *Proc. SPIE Int. Soc. Opt. Eng.* – 1993. – V.1711. – P. 215-224.
24. Khan N. Model of temperature grating relaxation times in DFB dye lasers. / N. Khan, T.A. Hall, N. Mariun // *Optics Express.* – 2003. – V.11. – №13. – P.1520 – 1530.
25. Afanas'ev A.A. Effect of a thermal lattice on the generated line width of a dye laser with distributed feedback / A. A. Afanas'ev et al. // *J. Appl. Spectr.* – 1982. – V.37. – №2. – P.230 – 235.
26. Bor Zs. Ultrashort pulse generation by distributed feedback dye lasers. 1. Temporal characteristics / Zs. Bor, A. Muller, B. Racz, F.P.Schafer // *Appl. Phys.* – 1982. – V.27. – № 1. – P.9-14.
27. Курстак В.Ю. Влияние тепловой фазовой решетки на характеристики ультракоротких импульсов, генерируемых РОС-лазером на красителях / В.Ю. Курстак // *Квантовая электроника. Сб. материалы IV междунар. науч.-техн. конф.* – Мн. Беларусь. – 2002. – С.31.
28. Рубанов А.С. Нестационарные тепловые дифракционные решетки / А.С. Рубанов, Е.В. Ивакин // *Квантовая электроника и лазерная спектроскопия.* – Минск: Наука и техника. – 1974. – С.407 - 425.
29. Ивакин И.В., Ильюшенко Л.В., Петрович И.П., Рубанов А.С. Дифракционный метод определения коэффициента температуропроводности полупрозрачных материалов. – Минск: Препринт ИФ АН БССР. – 1975.
30. Катаркевич В.М. Кинетика генерации РОС-лазера на красителях при наносекундном возбуждении / В.М. Катаркевич, В.Ю. Курстак, А.Н. Рубинов, Т.Ш. Эфендиев // *Квантовая электроника.* – 1996. – V.23. – №12. – P.1091 – 1094.
31. Рубинов А.Н. Особенности пикосекундной генерации РОС-лазера на бинарной смеси красителей при наносекундном возбуждении / А.Н. Рубинов, Т.Ш. Эфендиев, В.М. Катаркевич, В.Ю. Курстак // *Квантовая электроника.* – 1995. – V.22. – №2. – P.129-133.

Мирзоева Кабира Адилевна

кандидат физико-математических наук,
старший преподаватель кафедры Компьютерные
Науки Азербайджанского Государственного
Педагогического Университета

ПРОДОЛЬНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ВЯЗКОУПРУГИХ СТЕРЖНЕЙ**Mirzoeva Kabira Adil**

candidate of physical and mathematical sciences,
Senior Lecturer, Computer Department
Science of Azerbaijan State
Pedagogical University

LONGITUDINAL VIBRATION OF VISCOELASTIC RODS

Аннотация. Среди динамических задач вязкоупругости следует выделить задачу о колебании вязкоупругих стержней, решения которых сводятся к интегро-дифференциальному уравнению Вольтерра II рода. Решение этого уравнения требует задания аналитического вида ядра, либо решается различными численными методами. В данной работе предлагается приближенное решение этого интегро-дифференциального уравнения для произвольных ядер при малой вязкости.

Summary Among the dynamic problems of viscoelasticity, one should single out the problem of the oscillation of viscoelastic rods, the solutions of which are reduced to the Volterra integro-differential equation of the second kind. The solution of this equation requires specifying the analytical form of the kernel, or is solved by various numerical methods. In this paper, we propose an approximate solution to this integro-differential equation for arbitrary nuclei with low viscosity.

Ключевые слова: вязкоупругость, продольное колебание, плотность, изображение, оригинал, мгновенный модуль упругости, метод усреднения.

Key words: visco-elasticity, longitudinal vibration, density, image, original, instantaneous elastic modulus, averaging method.

Введение. Известно, что при решении нестационарных динамических задач для различных конструкций аналитический вид ядер релаксации не задается. Поэтому решения строятся с помощью некоторых приближенных методов, которые приводят окончательное решение к интегро-дифференциальным уравнениям колебаний вязкоупругих систем, реализуемые методом усреднения, методом замораживания, методом продолжений и методом интегральных преобразований Лапласа, Фурье, Меллина и их комбинаций.

Однако, методы интегральных преобразований неразрывно связаны со сложными задачами обратного преобразования, которые в случае более реальных соотношений между напряжением и деформацией неизбежно приводят к необходимости большего числа разрезов по ветвям в процессе контурного интегрирования.

В данной работе предлагается приближенное решение уравнения продольных колебаний

вязкоупругих стержней для произвольных ядер при малой вязкости. Изображение решения представлено в виде ряда, оригиналом первого члена которого является решение этого уравнения, полученного методом усреднения, а учет последующих членов улучшает точность решения поставленной задачи.

Постановка и решение задачи. Знаем, что уравнение о продольных колебаниях упругих стержней имеет вид:

$$\rho \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2} = E \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2}, \quad (1)$$

Где $E = 2\mu(1 + \nu) = 2G(1 + \nu)$,

ν - число Пуассона, которые меняются в небольших пределах и поэтому в дальнейшем считается постоянным, ρ - плотность материала, E - мгновенный модуль Юнга. $u(x, t)$ - перемещение, μ - постоянная Ламе.

Заменяя в (1) μ на $\mu - \mu^*$ находим

$$\rho \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2} = 2\mu(1 + \nu) \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2} - 2(1 + \nu)\mu^* \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2}$$

Здесь

$$2(1 + \nu)\mu^* = (1 + \nu) \int_0^t \tilde{\Gamma}(t - \tau) \frac{\partial^2 u(x, \tau)}{\partial x^2} d\tau$$

Учитывая это в последнем уравнении, определяем

$$\tilde{\Gamma}(t) = 2GR(t)$$

Если принять обозначение

И предположить, что материал стержня обладает малой вязкостью, то интеграл $\int_0^t R(s)ds$ является положительным и малой сравнительно единице, поэтому $\int_0^t R(s)ds = \varepsilon \int_0^t R(s)ds \leq \varepsilon$

Тогда получаем:

$$\rho \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2} = E \left[\frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2} - \varepsilon \int_0^t R(t-\tau) \frac{\partial^2 u(x,\tau)}{\partial x^2} d\tau \right] \quad (2)$$

Начальное условие примем в следующем виде:

$$\begin{aligned} u(x, t) = \phi_0(x) nput = 0 \\ \frac{\partial u(x,t)}{\partial t} = \phi_1(x) nput = 0 \end{aligned} \quad (3)$$

А граничные условия примем в виде:

$$\begin{aligned} u(x, t) = 0 nput = 0 \\ u(x, t) = 0 nput = l \end{aligned} \quad (4)$$

Где l - длина стержня.

Частное решение уравнения (2), тождественно не равное нулю ищем в виде:

$$u(x, t) = X(x)T(t)$$

Учитывая это в (2) для нахождения функций $X(x)$ и $T(t)$, получаем два независимых уравнения

$$\begin{aligned} X''(x) + \left(\frac{\lambda}{c}\right)^2 X(x) = 0 \\ T''(t) + \lambda^2 T(t) = \varepsilon \lambda^2 \int_0^t R(t-\tau) T(\tau) \end{aligned} \quad (5)$$

Решая первое уравнение при граничных условиях (4), находим

$$\left| \frac{\varepsilon \lambda_k^2 R(p)}{p^2 + \lambda_k^2} \right| < 1$$

Тогда уравнение (7) представим в виде:

$$\bar{T}_k(p) = \frac{p\phi_0 + \phi_1}{p^2 + \lambda_k^2} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\varepsilon \lambda_k^2 \bar{R}(p)}{p^2 + \lambda_k^2}}$$

Или

$$\bar{T}_k(p) = \frac{p\phi_0 + \phi_1}{p^2 + \lambda_k^2} \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{\varepsilon \lambda_k^2 \bar{R}(p)}{p^2 + \lambda_k^2} \right)^n \quad (8)$$

Здесь

$$\begin{aligned} \frac{\varepsilon \lambda_k^2 \bar{R}(p)}{p^2 + \lambda_k^2} &: \varepsilon \lambda_k \int_0^t \sin \lambda_k (t-\tau) R(\tau) d\tau = \\ &= \varepsilon \lambda_k \sin \lambda_k t \int_0^t R(\tau) \cos \lambda_k \tau d\tau - \varepsilon \lambda_k \cos \lambda_k t \int_0^t R(\tau) \sin \lambda_k \tau d\tau = \\ &= \varepsilon \lambda_k \sin \lambda_k t \int_0^{\infty} R(\tau) \cos \lambda_k \tau d\tau - \varepsilon \lambda_k \cos \lambda_k t \int_0^{\infty} R(\tau) \sin \lambda_k \tau d\tau - \\ &- \varepsilon \lambda_k \sin \lambda_k t \int_t^{\infty} R(\tau) \cos \lambda_k \tau d\tau + \varepsilon \lambda_k \cos \lambda_k t \int_t^{\infty} R(\tau) \sin \lambda_k \tau d\tau \end{aligned}$$

$$X_k(x) = \cos \frac{\lambda_k x}{c}$$

Где

$$\lambda_k = \pm \frac{k\pi c}{l}; k = 0, 1, 2, \dots$$

$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ - скорость распространения волн.

Таким образом, общее решение уравнения колебания вязкоупругого стержня имеет вид:

$$u(x, t) = \sum_{k=0}^{\infty} X_k(x) T_k(t) \quad (6)$$

где $X_k(x)$ - координатные функции, найденные при решении соответствующей упругой задачи и не зависят от параметров, характеризующих вязкое свойства материала стержня, а функция $T_k(t)$ является решением интегро-дифференциального уравнения (5).

Таким образом, задача определения смещения в стержне сводится к определению функций $T_k(t)$ из уравнения (5).

Применяя интегральное преобразование Лапласа к уравнению (5) по времени t и учитывая (3), получаем:

$$\bar{T}_k(p) = \frac{p\phi_0 + \phi_1}{p^2 + \lambda_k^2 - \varepsilon \lambda_k^2 \bar{R}} \quad (7)$$

Здесь при малых значениях времени параметр p - является достаточно большим. Если мы рассматриваем материалы с мгновенной упругостью, то изображение $\bar{R}(p)$ с увеличением p стремится к нулю, поэтому выполняется неравенство

Если принять следующее обозначение

$$R_s = \int_0^{\infty} R(\tau) \sin \lambda_k \tau d\tau, R_c = \int_0^{\infty} R(\tau) \cos \lambda_k \tau d\tau$$

$$A(t) = \sin \lambda_k t \int_t^{\infty} R(\tau) \cos \lambda_k \tau d\tau - \cos \lambda_k t \int_t^{\infty} R(\tau) \sin \lambda_k \tau d\tau$$

То находим

$$\frac{\varepsilon \lambda_k^2 \bar{R}(p)}{p^2 + \lambda_k^2} \doteq \varepsilon \lambda_k R_c \sin \lambda_k t - \varepsilon \lambda_k R_s \cos \lambda_k t - \varepsilon \lambda_k A(t)$$

Последняя формула в изображениях Лапласа будет в виде:

$$\frac{\varepsilon \lambda_k^2 \bar{R}(p)}{p^2 + \lambda_k^2} = \frac{\varepsilon \lambda_k^2 R_c - \varepsilon \lambda_k p R_s - \varepsilon \lambda_k (p^2 + \lambda_k^2) \bar{A}(p)}{p^2 + \lambda_k^2}$$

Учитывая это в (8), получаем:

$$\bar{T}_k(p) = \frac{p\phi_0 + \phi_1}{\bar{a}(p) - \varepsilon \lambda_k^2 \bar{b}(p)} \quad (9)$$

где

$$\bar{a}(p) = \left(p + \frac{1}{2} \varepsilon R_s \lambda_k\right)^2 + \lambda_k^2 \left(1 - \frac{1}{2} \varepsilon R_c\right)^2$$

$$\bar{b}(p) = \bar{R}(p) + R_s \frac{p}{\lambda_k} + R_c + \frac{\varepsilon}{4} (R_s^2 + R_c^2)$$

Здесь $\left| \frac{\varepsilon \lambda_k^2 \bar{b}(p)}{\bar{a}(p)} \right| < 1$

Поэтому формулу (9) можем написать в виде:

$$\bar{T}_k(p) = \frac{p\phi_0 + \phi_1}{\bar{a}(p)} \left[1 + \varepsilon \lambda_k^2 \frac{\bar{b}(p)}{\bar{a}(p)} + \varepsilon^2 \lambda_k^4 \frac{\bar{b}^2(p)}{\bar{a}^2(p)} + \dots \right] \quad (10)$$

Отсюда для первого члена после обратное преобразования Лапласа находим:

$$T_1(t) = \exp\left(-\frac{1}{2} \varepsilon R_s \lambda_k t\right) \left[\phi_0 \cos \lambda_k \left(1 - \frac{1}{2} \varepsilon R_c\right) t + \frac{\phi_1 - \frac{1}{2} \varepsilon R_s \lambda_k}{\lambda_k \left(1 - \frac{1}{2} \varepsilon R_c\right)} \sin \lambda_k \left(1 - \frac{1}{2} \varepsilon R_c\right) t \right] \quad (11)$$

Последняя формула является решением поставленной задачи, полученное методом усреднения. Для нахождения следующего приближения представим его в виде:

$$T_2(t) = \varepsilon \lambda_k^2 T_{k_0}(t) * L^{-1} \left[\frac{\bar{b}(p)}{\bar{a}(p)} \right] \quad (12)$$

Где

$$f(t) * g(t) = \int_0^t f(t - \tau) g(\tau) d\tau$$

L^{-1} - оператор обратного преобразования Лапласа. Значит, надо вычислить оригинал функций $\frac{\bar{b}(p)}{\bar{a}(p)}$. С этой целью представим его в виде:

$$\frac{\bar{b}(p)}{\bar{a}(p)} = \frac{\bar{R}(p)}{\bar{a}(p)} + \frac{R_s}{\lambda_k} \cdot \frac{p + d}{\bar{a}(p)};$$

Где $d = \frac{R_c}{R_s} \lambda_k + \frac{\varepsilon \lambda_k}{4 R_s} (R_s^2 + R_c^2)$

Тогда

$$L^{-1} \left[\frac{\bar{b}(p)}{\bar{a}(p)} \right] = R(t) * \exp\left(-\frac{\varepsilon}{2} R_s \lambda_k t\right) \cdot \frac{\sin \lambda_k \left(1 - \frac{1}{2} \varepsilon R_c\right) t}{\lambda_k \left(1 - \frac{1}{2} \varepsilon R_c\right) \varepsilon R_c} +$$

$$+ \frac{R_s}{\lambda_k} \exp\left(-\frac{1}{2} \varepsilon R_s \lambda_k t\right) \left[\cos \lambda_k \left(1 - \frac{1}{2} \varepsilon R_c\right) t + \frac{d - \frac{\varepsilon}{2} R_s \lambda_k}{\lambda_k \left(1 - \frac{1}{2} \varepsilon R_c\right)} \sin \lambda_k \left(1 - \frac{1}{2} \varepsilon R_c\right) t \right] \quad (13)$$

Восстановление оригиналов следующих приближений ряда (11) не представляет трудности.

Из (11) и (12) выходит, что наличие вязкости материала в (2) приводит к затуханию сводных колебаний стержня по экспоненциальному закону и наблюдается сдвиг фазы.

Для вычисления влияния члена (12) на решение, рассмотрим ядро Ржаницина $R(t) = \varepsilon t^{\alpha-1} \exp(-\beta t)$

Где $0 < \alpha < 1, \beta$ - постоянная, ε - некоторый малый параметр.

Для этого ядра из формулы (12) получаем

$$\begin{aligned}
 T_2(t) = & \exp\left(-\frac{1}{2}\varepsilon\lambda R_s t\right) \left\{ \left[\frac{\varepsilon A_1}{2} \cos \lambda \left(1 - \frac{1}{2}\varepsilon R_c\right) t + \frac{\varepsilon A_4}{2} \sin \lambda \left(1 - \frac{1}{2}\varepsilon R_c\right) t \right] \cdot \right. \\
 & \cdot \int_0^t e^{-\beta\tau} \tau^{\alpha-1} \sin 2\lambda \left(1 - \frac{1}{2}\varepsilon R_c\right) \tau d\tau + \left[\frac{\varepsilon A_1}{2} \sin \lambda \left(1 - \frac{1}{2}\varepsilon R_c\right) t - \frac{\varepsilon A_4}{2} \cos \lambda \left(1 - \frac{1}{2}\varepsilon R_c\right) t \right] \times \\
 & \times \int_0^t e^{-\beta\tau} \tau^{\alpha-1} d\tau - \left[\frac{\varepsilon A_1}{2} \sin \lambda \left(1 - \frac{1}{2}\varepsilon R_c\right) t - \frac{\varepsilon A_4}{2} \cos \lambda \left(1 - \frac{1}{2}\varepsilon R_c\right) t \right] \cdot \\
 & \cdot \int_0^t e^{-\beta\tau} \tau^{\alpha-1} \cos 2\lambda \left(1 - \frac{1}{2}\varepsilon R_c\right) \tau d\tau + \frac{t}{2} (A_2 - A_6) \cos \lambda \left(1 - \frac{1}{2}\varepsilon R_c\right) t + \\
 & \left. + \left[\frac{A_2 + A_6}{2\lambda \left(1 - \frac{1}{2}\varepsilon R_c\right)} + \frac{t}{2} (A_3 + A_5) \right] \sin \lambda \left(1 - \frac{1}{2}\varepsilon R_c\right) t \right\} \text{ где} \\
 & R_s = \varepsilon \Gamma(\alpha) (\beta^2 + \lambda^2)^{-\frac{\alpha}{2}} \sin \left[\alpha \arctg \left(\frac{\lambda}{\beta} \right) \right] \\
 & R_c = \varepsilon \Gamma(\alpha) (\beta^2 + \lambda^2)^{-\frac{\alpha}{2}} \cos \left[\alpha \arctg \left(\frac{\lambda}{\beta} \right) \right]
 \end{aligned}$$

$\Gamma(\alpha)$ - гамма функция Эйлера.

$$\begin{aligned}
 A_1 = & \frac{\varepsilon\lambda\phi_0}{1 - \frac{1}{2}\varepsilon R_c}; A_2 = \varepsilon\lambda\phi_0 R_s; A_3 = \frac{\varepsilon R_s \phi_0 \left(d - \frac{1}{2}\varepsilon R_s \lambda\right)}{1 - \frac{1}{2}\varepsilon R_c}; \\
 A_4 = & \frac{\varepsilon \left(\phi_1 - \frac{1}{2}\varepsilon R_s \phi_0\right)}{\left(1 - \frac{1}{2}\varepsilon R_c\right)^2}; A_5 = \frac{\varepsilon R_s \left(\phi_1 - \frac{1}{2}\varepsilon R_s \phi_0\right)}{1 - \frac{1}{2}\varepsilon R_c} \\
 A_6 = & \frac{\varepsilon R_s \left(\phi_1 - \frac{1}{2}\varepsilon R_s \phi_0 \lambda\right) \left(d - \frac{1}{2}\varepsilon R_s \lambda\right)}{\lambda \left(1 - \frac{1}{2}\varepsilon R_c\right)^2}
 \end{aligned}$$

Для полипропилена на рисунке построены графики функций $T_1(t)$ и $T_2(t)$ при следующих значениях параметров: $\alpha = 0.1; \beta = 0.05; \varepsilon = 0.09; \phi_0 = 0; \phi_1 = 1$

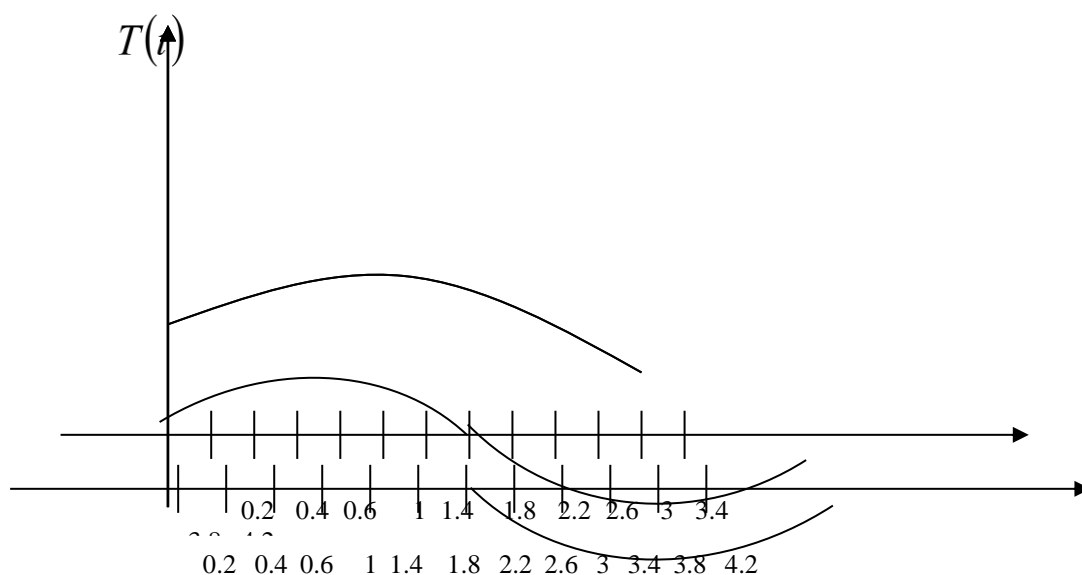


Рис.1. Зависимость частоты колебаний оболочки при разных видах ядер ползучести.

Из рисунка видно, что учет последующих членов ряда улучшает точность решения, так как при низших значениях частоты погрешность мала, а с увеличением частоты она увеличивается. При $\lambda = 100$ амплитуда $T_2(t)$ при некоторых значениях времени составляет 20 – 25% амплитуды $T_1(t)$.

Для вычислений и получения значений целью построения графиков создана программа расчета на алгоритмическом языке DELPHI 7.

Литература

1. Кийко И.А., Ильясов М.Х. Динамическое кручение вязкоупругих цилиндрических стержней

// Механика полимеров: Сб. науч. Тр. / АН СССР. 1975. №3, С. 482-492

2. Ларионов Г.С. Исследование колебаний релаксирующих систем методом усреднения // Механика полимеров, 1969, № 5, С. 806-813

3. Работнов Ю.Н. Элементы наследственной механики твердых тел / М., Наука, 1977

4. Brilla, J. Laplace transform and new mathematical theory of viscoelasticity / J. Brilla // Meccanica. 1997. Vol. 32, № 3. - P. 187-195.

5. Joseph, D. D. Fluid Dynamics of Viscoelastic Liquids / D.D.Joseph // Springer-Verlag, 1990.

УДК 539.3:534.26

#11 (51), 2019 część 3
Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe
(Warszawa, Polska)
Czasopismo jest zarejestrowane i publikowane w Polsce. W czasopiśmie publikowane są artykuły ze wszystkich dziedzin naukowych. Czasopismo publikowane jest w języku polskim, angielskim, niemieckim i rosyjskim.

Artykuły przyjmowane są do dnia 30 każdego miesiąca.

Częstotliwość: 12 wydań rocznie.

Format - A4, kolorowy druk

Wszystkie artykuły są recenzowane

Każdy autor otrzymuje jeden bezpłatny egzemplarz czasopisma.

Bezpłatny dostęp do wersji elektronicznej czasopisma.

Zespół redakcyjny

Redaktor naczelny - Adam Barczuk

Mikołaj Wiśniewski

Szymon Andrzejewski

Dominik Makowski

Paweł Lewandowski

Rada naukowa

Adam Nowicki (Uniwersytet Warszawski)

Michał Adamczyk (Instytut Stosunków Międzynarodowych)

Peter Cohan (Princeton University)

Mateusz Jabłoński (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)

Piotr Michalak (Uniwersytet Warszawski)

Jerzy Czarnecki (Uniwersytet Jagielloński)

Kolub Frennen (University of Tübingen)

Bartosz Wysocki (Instytut Stosunków Międzynarodowych)

Patrick O'Connell (Paris IV Sorbonne)

Maciej Kaczmarczyk (Uniwersytet Warszawski)

Dawid Kowalik (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)

Peter Clarkwood (University College London)

#11 (51), 2019 part 3
East European Scientific Journal
(Warsaw, Poland)
The journal is registered and published in Poland. The journal is registered and published in Poland. Articles in all spheres of sciences are published in the journal. Journal is published in **English, German, Polish and Russian.**

Articles are accepted till the 30th day of each month.

Periodicity: 12 issues per year.

Format - A4, color printing

All articles are reviewed

Each author receives one free printed copy of the journal

Free access to the electronic version of journal

Editorial

Editor in chief - Adam Barczuk

Mikołaj Wiśniewski

Szymon Andrzejewski

Dominik Makowski

Paweł Lewandowski

The scientific council

Adam Nowicki (Uniwersytet Warszawski)

Michał Adamczyk (Instytut Stosunków Międzynarodowych)

Peter Cohan (Princeton University)

Mateusz Jabłoński (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)

Piotr Michalak (Uniwersytet Warszawski)

Jerzy Czarnecki (Uniwersytet Jagielloński)

Kolub Frennen (University of Tübingen)

Bartosz Wysocki (Instytut Stosunków Międzynarodowych)

Patrick O'Connell (Paris IV Sorbonne)

Maciej Kaczmarczyk (Uniwersytet Warszawski)

Dawid Kowalik (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)

Peter Clarkwood (University College London)

Igor Dzedzic (Polska Akademia Nauk)
Alexander Klimek (Polska Akademia Nauk)
Alexander Rogowski (Uniwersytet Jagielloński)
Kehan Schreiner(Hebrew University)
Bartosz Mazurkiewicz (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)
Anthony Maverick(Bar-Ilan University)
Mikołaj Żukowski (Uniwersytet Warszawski)
Mateusz Marszałek (Uniwersytet Jagielloński)
Szymon Matysiak (Polska Akademia Nauk)
Michał Niewiadomski (Instytut Stosunków Międzynarodowych)
Redaktor naczelny - Adam Barczuk

1000 kopii.

Wydrukowano w «Aleje Jerozolimskie 85/21, 02-001 Warszawa, Polska»

Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe

Aleje Jerozolimskie 85/21, 02-001
Warszawa, Polska

E-mail: info@eesa-journal.com ,

<http://eesa-journal.com/>

Igor Dzedzic (Polska Akademia Nauk)
Alexander Klimek (Polska Akademia Nauk)
Alexander Rogowski (Uniwersytet Jagielloński)
Kehan Schreiner(Hebrew University)
Bartosz Mazurkiewicz (Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki)
Anthony Maverick(Bar-Ilan University)
Mikołaj Żukowski (Uniwersytet Warszawski)
Mateusz Marszałek (Uniwersytet Jagielloński)
Szymon Matysiak (Polska Akademia Nauk)
Michał Niewiadomski (Instytut Stosunków Międzynarodowych)
Editor in chief - Adam Barczuk

1000 copies.

Printed in the "Jerozolimskie 85/21, 02-001 Warsaw, Poland»

East European Scientific Journal

Jerozolimskie 85/21, 02-001 Warsaw,
Poland

E-mail: info@eesa-journal.com ,

<http://eesa-journal.com>