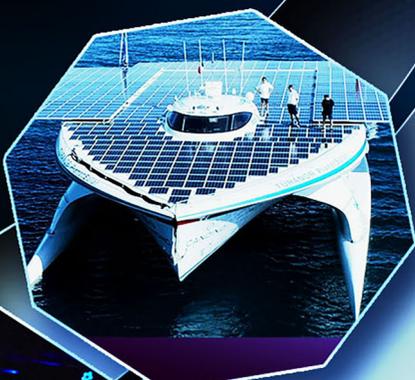


Monograph  
**PROSPECTIVE GLOBAL  
SCIENTIFIC TRENDS**

Book 11. Part 1  
'2022



---

*SWorld*  
Germany



*Serheta I.V., Seledtsov A.M., Yevtushenko M.Y., Kovalenko O.A., Klym V.Y. et al.*

---

**PROSPEKTIVE GLOBALE WISSENSCHAFTLICHE  
TRENDS**

**INNOVATIVE TECHNIK, SICHERHEIT, MEDIZIN, BIOLOGIE, LANDWIRTSCHAFT,  
KUNSTGESCHICHTE**

***PROSPECTIVE GLOBAL SCIENTIFIC TRENDS***

**INNOVATIVE TECHNOLOGY, SECURITY, MEDICINE, BIOLOGY, AGRICULTURE,  
ART HISTORY**

---

*Monographic series «European Science»*

*Book 11. Part 1.*

*In internationalen wissenschaftlich-geometrischen Datenbanken enthalten  
Included in International scientometric databases*

**MONOGRAPHIE**

***MONOGRAPH***

*ScientificWorld-Net Akhat AV  
Karlsruhe 2022*

*Authors:*

Dvoretzky D.N. (1), Malinovskiy Y.A. (1), Minenko R.V. (1), Oliinyk S.Y. (1),  
Tsvirkun S.L. (1), Vlasenkov D.P. (1), Voytenko N.V. (1), Klym V.Y. (2),  
Tarasenko Y.S. (2), Chorna V.V. (3), Khliestova S.S. (3), Serebrennikova O.A. (3),  
Serheta I.V. (3), Akimenko G. (4), Fedoseeva I.F. (4), Kirina Y.Y. (4),  
Seledtsov A.M. (4), Khyzhniak M.I. (5), Kononenko R.V. (5), Rudyk-Leuska N.Y. (5),  
Yevtushenko M.Y. (5), Kovalenko O.A. (6), Burko L.N. (7), Svistunova I.V. (7)

*Reviewers:*

*Sakhatsky Mykola*, doctor of biol. Science, Academician of NAAS of Ukraine, Head of the  
Department of Animal Biology NULES of Ukraine.

*Buzevych Igor*, doctor of biol. Science, Senior Research Scientist, Institute of Fisheries of the  
National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

**Prospektive globale wissenschaftliche Trends:** Innovative Technik,  
Sicherheit, Medizin, Biologie, Landwirtschaft, Kunstgeschichte.  
Monografische Reihe «Europäische Wissenschaft». Buch 11. Teil 1. 2022.

**Prospective global scientific trends:** Innovative technology,  
Security, Medicine, Biology, Agriculture, Art history. Monographic  
series «European Science». Book 11. Part 1. 2022.

**ISBN 978-3-949059-56-8**

**DOI: 10.30890/2709-2313.2022-11-01**

**Published by:**

*ScientificWorld-NetAkhatAV*

*Lußstr. 13*

*76227 Karlsruhe, Germany*

e-mail: [editor@promonograph.org](mailto:editor@promonograph.org)

site: <https://desymp.promonograph.org>

Copyright © Authors, 2022

Copyright © Drawing up & Design. ScientificWorld-NetAkhatAV, 2022



## ÜBER DIE AUTOREN / ABOUT THE AUTHORS

1. *Dvoretsky Dmitry Nikolaevich*, OSB "Krivoy Rog Professional College of the National Aviation University" - *Chapter 1 (co-authored)*
2. *Malinovskiy Yuriy Alexandrovich*, OSB "Krivoy Rog Professional College of the National Aviation University" - *Chapter 1 (co-authored)*
3. *Minenko Roman Vadimovich*, OSB "Krivoy Rog Professional College of the National Aviation University" - *Chapter 1 (co-authored)*
4. *Oliinyk Svitlana Yuryivna*, Krivoy Rog National University - *Chapter 1 (co-authored)*
5. *Tsvirkun Sergij Leonidovich*, OSB "Krivoy Rog Professional College of the National Aviation University" - *Chapter 1 (co-authored)*
6. *Vlasenkov Dmitro Petrovich*, OSB "Krivoy Rog Professional College of the National Aviation University" - *Chapter 1 (co-authored)*
7. *Voytenko Nadezhda Viktorovna*, OSB "Krivoy Rog Professional College of the National Aviation University" - *Chapter 1 (co-authored)*
8. *Tarasenko Yuri Stanislavovich*, University of Customs and Finance, PhD in Physical and Mathematical Sciences, docent - *Chapter 2 (co-authored)*
9. *Klym Viktoriia Yuryevna*, University of Customs and Finance, PhD in technical sciences - *Chapter 2 (co-authored)*
10. *Chorna V.V.*, Medicine National Pirogov Memorial Medical University, PhD in Medical Sciences, docent - *Chapter 3 (co-authored)*
11. *Khlietova S.S.*, Medicine National Pirogov Memorial Medical University, PhD in pedagogical sciences, docent - *Chapter 3 (co-authored)*
12. *Serebrennikova Oksana Anatolievna*, Medicine National Pirogov Memorial Medical University, PhD in Medical Sciences, Professor - *Chapter 3 (co-authored)*
13. *Serheta Ihor Volodimirovich*, Medicine National Pirogov Memorial Medical University, Doctor of Medical Sciences, Professor - *Chapter 3 (co-authored)*
14. *Akimenko Galina*, docent - *Chapter 4 (co-authored)*
15. *Fedoseeva Irina Fosievna*, docent - *Chapter 4 (co-authored)*
16. *Kirina Yulia Yuryevna* - *Chapter 4 (co-authored)*
17. *Seledtsov Alexander Mikhailovich*, Doctor of Medical Sciences, Professor - *Chapter 4 (co-authored)*
18. *Khyzhniak Melaniia Ivanivna*, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, PhD in Agricultural Sciences, docent - *Chapter 5 (co-authored)*



19. *Kononenko Ruslan Volodymyrovych*, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, PhD in veterinary sciences, docent - *Chapter 5 (co-authored)*
20. *Rudyk-Leuska Nataliia Yaroslavivna*, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, PhD in biological sciences, docent - *Chapter 5 (co-authored)*
21. *Yevtushenko Mykola Yuriyovych*, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Doctor of Biological Sciences, Professor - *Chapter 5 (co-authored)*
22. *Kovalenko Oleh Anatoliiovich*, Mykolaiv National Agrarian University, doctor of agricultural sciences, docent - *Chapter 6*
23. *Burko Lesya Nikolaevna*, National university of life and environmental sciences of Ukraine, PhD in Agricultural Sciences, docent - *Chapter 7 (Co-authored)*
24. *Svistunova Irina Vladimirovna*, National university of life and environmental sciences of Ukraine, PhD in Agricultural Sciences, docent - *Chapter 7 (Co-authored)*
25. *Kovalenko (Kchursina) Olena Mykolaivna*, Baroque Agency, Ph.D. in History of Arts - *Chapter 8*



## *Inhalt / Content*

<b>CHAPTER 1 DEFORMATION-WAVE APPROACH IN THE THEORY OF FRICTION AND WEAR.....7</b>	
<b>CHAPTER 2 THE METHODOLOGY OF BUILDING THE COGNITIVE MODEL OF CRITICAL INFRASTRUCTURE’S SECURITY</b>	
Introduction .....	38
2.1. Current state of the legislative framework for the protection and safety of critical infrastructure in Ukraine .....	38
2.2. Goal and task of the work .....	43
2.3. Aspects of building a system of protection and security of a set of critical infrastructure objects .....	44
Conclusions .....	50
<b>CHAPTER 3 PROBLEMS OF IMPROVING THE MENTAL HEALTH OF THE POPULATION OF UKRAINE AND THE PECULIARITIES OF THEIR SOLUTION AT THE CURRENT STAGE</b>	
Introduction .....	51
3.1. Analysis of the regulatory framework of mental health care in Ukraine in comparison with EU countries.....	53
3.2. The current situation regarding the reform of the mental health care system in Ukraine .....	58
3.3. The ways to improve the mental health care system in Ukraine using foreign experience. Hospital districts.....	60
Conclusions .....	65
<b>CHAPTER 4 PSYCHIATRY IN THE XXI CENTURY: CHALLENGES AND DIRECTIONS OF DEVELOPMENT AND DIRECTIONS OF DEVELOPMENT.....66</b>	
<b>CHAPTER 5 PHYSIOLOGICAL STATUS OF FISH OF KREMENCHUG RESERVOIR IN THE FEEDING PERIODS.....75</b>	
<b>CHAPTER 6 ASSESSMENT OF THE BIOCLIMATIC POTENTIAL OF THE SOUTH STEPPE OF UKRAINE ON THE MAIN CROPS ACCORDING TO PAR INDICATORS</b>	
Introduction .....	89
6.1. Productivity of winter wheat according to bioclimatic potential.....	91
6.2. Productivity of spring barley according to bioclimatic potential .....	95
6.3. Productivity of peas according to bioclimatic potential .....	100
6.4. Productivity of different maturity groups maize hybrids according to bioclimatic potential.....	104
Conclusions .....	111



**CHAPTER 7 YIELD OF FOOD BEET HYBRIDS DEPENDING ON THE LEVEL OF NUTRITION AND PLANT DENSITY**

Introduction ..... 113  
7.1. Fodder value and productivity of fodder beets ..... 113  
7.2. Yields of roots and buds of fodder beets depending on fertilizer and plant density ..... 115  
Conclusions ..... 120

**CHAPTER 8 NEO-ETHICS, LIBERALISM OR NEO-ROMANTISM OF THE DIRECTOR**

Introduction ..... 122  
8.1. Acting school..... 124  
8.2. Artistic tradition ..... 125  
8.3. "Director-translator" ..... 126  
8.4. Concept format..... 127  
8.5. Duration of the play ..... 128  
8.6. Methodology ..... 129  
Conclusions ..... 130

References ..... 132



# KAPITEL 1 / CHAPTER 1<sup>1</sup>

## DEFORMATION-WAVE APPROACH IN THE THEORY OF FRICTION AND WEAR

DOI: 10.30890/2709-2313.2022-11-01-015

### Вступление.

Непрерывное повышение требований к надежности и долговечности современных машин и механизмов требуют совершенствования методик расчетов на трение и износ. Изменяющиеся в процессе взаимодействия узлов и деталей зазоры могут существенно отразиться на бесперебойной работе двигателей, энергетических машин, передаточных и исполнительных механизмов и т.д.

Несмотря на значительное количество теорий трения и изнашивания изложенных в обширных и многочисленных источниках, например [1, 2], вопросы волнообразования на контактирующих поверхностях и деформационно-волновой подход в вопросах трения и изнашивания пока не получили достаточного развития.

Поэтому в работе сделана попытка объяснить и дополнить механизм трения и изнашивания с позиции возникновения и трансформации деформационных волн на контактирующих поверхностях.

Долговечность и надежность машин и механизмов во многих случаях связаны с износостойкостью их узлов. Изменение зазоров в трущихся соединениях на десятые или сотые доли миллиметра часто приводят к нарушению работы точных механизмов. Не меньшее влияние оказывает износ на работоспособность тяжело нагруженных крупных машин.

### Обзор литературных источников.

Для оценки трения и степени изнашивания контактирующих деталей (линейной, прямоугольной, цилиндрической и других форм) принято рассматривать группы теорий [1, 2]: 1. геометрические; 2. молекулярные (адгезионные); 3. деформационные; 4. комбинированные.

Первая группа теорий объясняет трение как результат подъема по микронеровностям при взаимодействии двух шероховатых тел (Паран).

---

<sup>1</sup>*Authors: Dvoretzky Dmitry Nikolaevich, Malinovskiy Yuriy Alexandrovich, Minenko Roman Vadimovich, Oliinyk Svitlana Yuryivna, Tsvirkun Sergij Leonidovich, Vlasenkov Dmitro Petrovich, Voytenko Nadezhda Viktorovna*



Вторая группа – это физические теории, которые объясняют трение как результат преодоления сил молекулярного взаимодействия между двумя твердыми телами (к этой группе относятся работы И. Дезагюлье, В. Гарди, Б.В. Дерягина, Г. Томлисона, Ф.Р. Боудена и Ф. Линга).

Третья группа объясняет трение за счет работы, затраченной на деформирование объема, связанного с взаимным внедрением выступов контактирующих тел. Развитие этих воззрений совпадает с развитием теорий упругости и пластичности.

Некоторые ученые этого направления считали, что трение это результат пластического оттеснения материала (Л. Гюмбель и др.).

Наиболее широкое применение нашла точка зрения, при которой трение обусловлено пластическим оттеснением материала и разрушением мостиков сварки – Ф.Р. Боуден и Д. Тэйбор. Аналогично теории Ф.Р. Боудена интерпретируется гипотеза Эрнста и Мерчента, где трение обусловлено адгезией и шероховатостью поверхности. Эта гипотеза пока не получила экспериментального подтверждения.

Вместе с тем, экспериментальные результаты, полученные Ф.Р. Боуденом и Д. Тейбором, позволили сделать вывод, что трение (сила и коэффициент трения) будут зависеть как от сил адгезии, так и от деформирования материала в тонком поверхностном слое в результате внедрения микронеровностей одного контактирующего тела в другое.

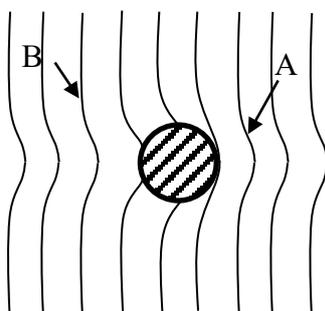
Независимо от принимаемой гипотезы при исследовании трения и изнашивания все эффекты, проявляющиеся в процессе контакта двух тел, рассматриваются как результат взаимодействия выступающих микронеровностей (под влиянием нормальной и сдвигающих сил). При этом жесткая микронеровность внедряется в более податливый материал полупространства. В результате такого взаимодействия микронеровность оставляет на гладкой поверхности полупространства царапину позади движущегося выступа. После оттеснения материал обтекает движущийся выступ, который затем восстанавливает первоначальную форму (в случае упругого взаимодействия, рисунок 1). При рассмотрении такой модели взаимодействия микронеровностей может произойти упругое оттеснение



материала, пластическое оттеснение, микрорезание, адгезионный отрыв, когезионный отрыв [1].

### Постановка задачи.

В случае рассмотрения классической задачи о трении и износе двух деталей обратимся к примеру взаимодействия упругого колеса, опирающегося на упругое основание. При нагружении колеса вертикальной нагрузкой образуется контакт трения, форма которого зависит от многих факторов. Вследствие выдавливания упругого материала в стороны, по краям контакта трения возникают зоны скольжения, а в середине – зона сцепления, рисунок 1.

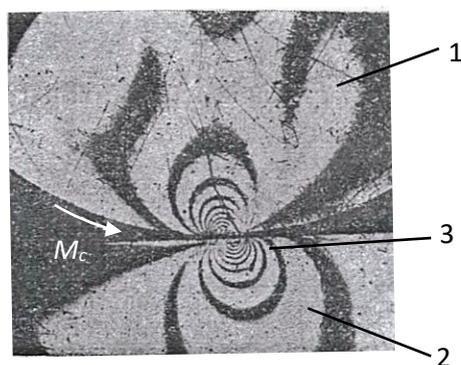


**Рисунок1 – Взаимодействие твердого индентора с упругим полупространством**

*A – зона сжатия, B – зона растяжения*

Если приложить к колесу вращающий момент  $M_c$ , то со стороны набегания колеса на основание нагрузка возрастает, а со стороны сбегания нагрузка убывает. Поэтому вершина эпюры нормальных напряжений смещена к набегающему краю колеса и зона скольжения сокращается под набегающей частью колеса и развивается под сбегаящей частью (рисунок 2). Это явление относится к передаче трением второго вида [3].

В тоже время, впереди набегающей части колеса образуется деформационный валик, к которому будет приложена сила трения при прокатывании колеса по полосе (состоит из силы трения сцепления  $T_{cc}$  и силы трения проскальзывания  $T_{cn}$ ). Сила трения стремится сжать поверхностные слои участка, расположенные впереди точки набегания колеса на деформированный валик и вызвать местную потерю устойчивости поверхностных слоев.



**Рисунок 2 – Смещение кругов Буссинеска при набегании колеса на рельс на длине волны деформации  $l_2$**

*1 – колесо; 2 – рельс; 3 – зона деформации впереди набегающего колеса;  $M_c$  – вращающий момент.*

В рассмотренных теориях трения не учтены продольные деформации поверхностных слоев, а также их влияние на процессы трения и изнашивания.

О влиянии касательных напряжений (от силы трения) на поверхностные слои полосы (рельса) косвенно свидетельствует смещение вертикальных осей кругов Буссинеска под действием касательной силы трения (касательных напряжений) [3].

Поэтому для достоверного описания явлений между взаимодействующими деталями, с нашей точки зрения, необходимо рассмотреть зону на рельсе впереди точки контакта его с колесом.

Процессы, происходящие впереди точки контакта двух взаимодействующих деталей аналогичны, как при скольжении штампа по основанию, так и при прокатывании ролика по полосе.

Рассматривая эти детали, их можно уподобить двум взаимодействующим полупространствам (в ряде случаев в «малом»).

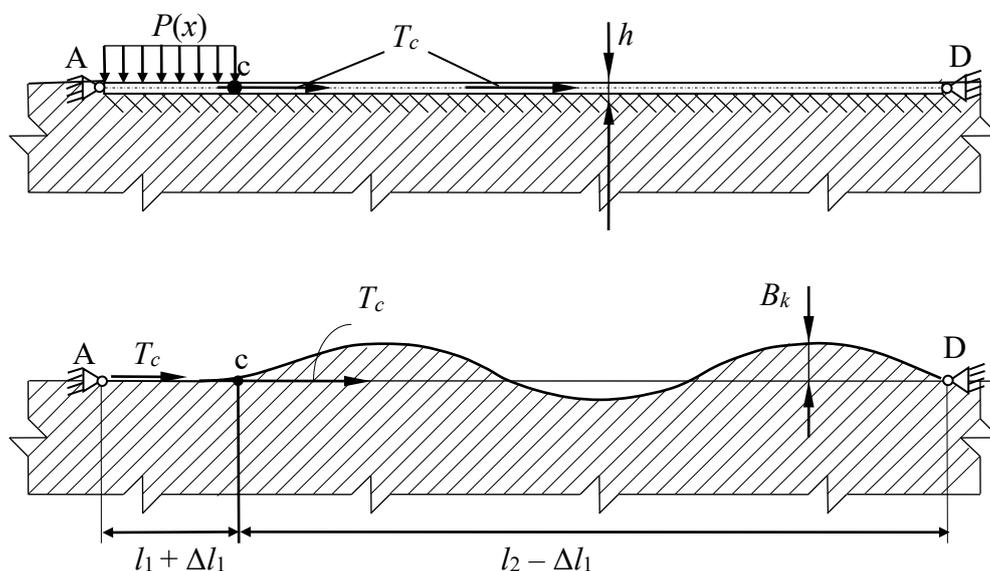
Причем такая задача контактного взаимодействия по сути состоит из трех задач: 1. Контактной задачи Герца [4]; 2. Задачи о растяжении площадки контактна (под действием плоского или очерченного по дуге окружности штампа); 3. Задачи о сжатии и продольной устойчивости поверхностных слоев впереди точки контакта двух взаимодействующих деталей.

На контактирующих поверхностях находятся тонкие упрочненные слои



определенной толщины. Эти слои упруго связаны с основным металлом. Под тонким упрочненным слоем, в большинстве случаев, понимают либо накатанную поверхность, либо покрытие в виде цементируемого, азотированного, борированного слоя или хромистого покрытия.

При рассмотрении процесса взаимодействия деталей, как правило, не учитывается влияние рабочих касательных усилий на деформационное состояние поверхностей в зоне, опережающей движущуюся деталь (штамп плоский или очерченный по дуге). Под действием касательных усилий эти поверхности попеременно нагружаются растягивающими, или сжимающими усилиями. В зависимости от величины действующих усилий и механических свойств материалов, из которых изготовлены эти детали, в случае сжимающих касательных нагрузок, на поверхностях контактирующих тел появляются деформационные волны сжатия [1] (см. рис. 1), которые могут быть как упругими, так и остаточными. То есть впереди движущегося штампа появляется деформированная поверхность, которая тут же выполаживается после прохождения штампа, и поэтому оказывается незамеченной.



**Рисунок 3 – Гипотетическая балка на упругом основании в подвижной системе координат**

*Принятые обозначения:*

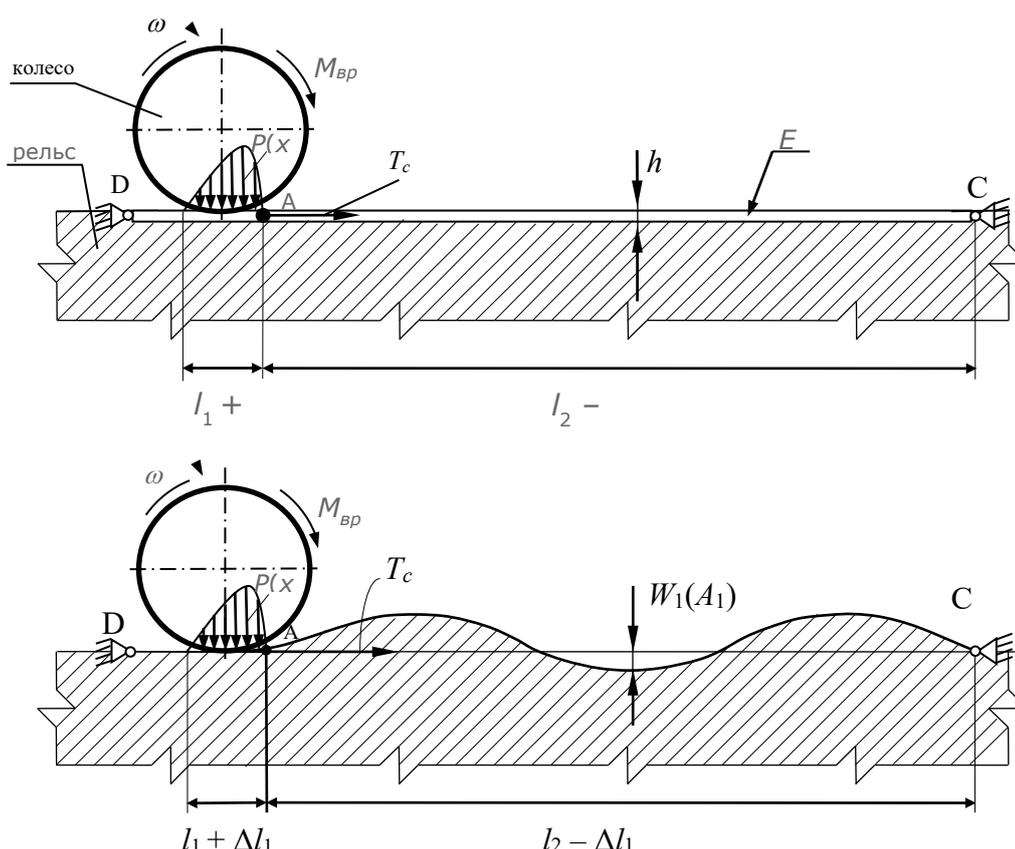
$h$  – толщина балки;  $B_k$  – амплитуда деформационных микронеровностей;

$l_1, l_2$  – длины участков балки;  $\Delta l_1$  – продольная деформация участка  $l_1$ ;

$P(x), T_c$  – действующие усилия.



Отметим, что так же, как и в задаче о движении плоского штампа по упругому или вязкоупругому основанию (рисунок 3), так и в задаче о качении ролика по полосе (плоскости) (рисунок 4), перемещению подвижной детали предшествует волна сжатия. То есть в обоих случаях, для трения скольжения и трения качения, процесс волнообразования может быть описан с одних позиций [5].



**Рисунок 4 – К деформированию поверхностных слоев рельса вперед набегающего колеса**

*E – поверхностный слой рельса в виде балки на упругом основании;  
h – толщина балки; D, A, C – условные опоры балки.*

### Изложение основного материала.

Как следует из условий постановки, данная задача является задачей нагружения упругого полупространства с тонким поверхностным слоем (тонким покрытием), через «штамп», касательными усилиями [6].

Толщина тонкого поверхностного слоя при нанесении покрытия



определяется толщиной покрытия и является величиной заданной. В случае поверхностного упрочнения деталей при их взаимодействии толщина уплотненного слоя может быть определена исходя из соотношения

$$h = \sqrt{P/\sigma_m}, \text{ мм} \quad (1)$$

где  $P$  – вертикальная нагрузка на пару;

$\sigma_m$  – предел текучести для рассматриваемой детали.

Дадим обоснование применимости расчетной модели тонких поверхностных слоев двух взаимодействующих деталей с ее внутренними слоями за счет использования вертикальных связей. При этом учтем, что поверхностные слои взаимодействующих деталей имеют более высокие механические характеристики по сравнению с внутренними слоями. И, кроме того, все основные процессы, происходящие на уровне взаимодействия микронеровностей, и проявление деформационно-волновых особенностей этого контакта протекают в поверхностных слоях. Поэтому предположим, что внутренние слои детали воздействуют на наружные посредством вертикальных упругих связей, то есть по аналогии с упругим Винклеровым основанием, которое моделируется упругой внутренней средой детали.

Сформулируем предпосылки для описания задачи по волнообразованию на поверхности полупространства при его взаимодействии с движущимся «штампом» (плоским в плане или катящимся цилиндром) (рисунки 3, 4).

Рассмотрим сопряженную задачу с движущимся штампом при наличии внешней нагрузки и трения, то есть задачу о передаче касательной нагрузки под «штампом» и перед «штампом» на полуплоскость. Условно рассмотрим балку, нагруженную вдоль оси продольной нагрузкой, и лежащей на упругом Винклеровом основании. Будем полагать, что балка свободно опирается на упругое основание. Под действием сжимающей касательной нагрузки происходит деформация поверхностных слоев полупространства, которая приводит к продольному изгибу полосы перед штампом, при этом возникают нормальные перемещения поверхностных слоев. Если деформации будут остаточными, то образовавшиеся волны приведут к появлению так называемых деформационных шероховатостей, которые в ряде случаев окажутся



соизмеримыми с начальными геометрическими неровностями (а в ряде случаев могут их произвести). Характер износа деформационных микронеровностей определяется тем, что при многократном прохождении одной детали по отношению к микронеровностям на другой детали, эти неровности будут возникать при каждом проходе «штампа» и многократно выполаживаться при каждом последующем его проходе, то есть деформационные микронеровности подвержены усталостному износу и усталостному разрушению. Кроме того, в результате взаимодействия двух контактирующих деталей в зоне их взаимодействия возникают участки трения с отрицательным демпфированием, где возможно самовозбуждение колебаний на площадке под «штампом». Одновременно с этим процессом происходит развитие параметрических колебаний в области перед штампом, причем пульсирующая сила трения в зоне контакта является «внешней» нагрузкой для процесса параметрических колебаний перед штампом.

Если в зоне под штампом возникают участки с изменяющейся силой трения как функции скорости проскальзывания, например при сухом трении в случае трения скольжения, или участков с проскальзыванием для трения качения, то возможно возникновение автоколебаний на участке под штампом. Эти колебания накладываются на касательное усилие, которое передается на деформационную волну, образовавшуюся впереди движущегося штампа.

Рассмотрим некоторые особенности взаимодействия между движущимся штампом и основанием. Если под штампом автоколебания не возникают, то касательное усилие  $T_c$  будет носить установившийся (постоянный) характер и оно будет соответствовать критической касательной нагрузке, которая воздействует на зону впереди штампа, вызывая «продольный» изгиб поверхностных слоев полупространства. Причем длина деформированного участка полупространства (или полосы) заранее неизвестна. Поэтому для решения поставленной задачи необходимо определить размеры площадки контакта двух деталей (под штампом), вычислить критическую касательную нагрузку по заданному вертикальному давлению на колесо, определить длину деформированного участка полуплоскости (или полупространства) и вычислить наибольшее значение деформационной микронеровности.



С целью оценки возможности возникновения усталостного разрушения элементов полупространства впереди движущегося штампа, дополнительно к найденным значениям параметров взаимодействия штампа и полупространства, необходимо также ввести в рассмотрение характеристику трения между указанными элементами как функцию скорости их взаимного проскальзывания.

Рассмотрим процесс контактного взаимодействия при движении жесткого штампа (как плоской, так и криволинейной формы) по основанию с внешним поверхностным покрытием.

Смоделируем механизм развития автоколебаний на площадке контакта. Для этого предположим, что автоколебательный процесс развивается в тонком поверхностном слое полупространства, который скреплен вертикальными упругими связями с его поверхностными слоями, но так как элементы площадки контакта находятся под влиянием переменной растягивающей нагрузки, то эти вертикальные связи не распространяем на контактное взаимодействие, а вносим в рассмотрение только горизонтальные упругие связи. При описании автоколебательного процесса необходимо найти постоянную и переменную части касательного усилия. Автоколебательный процесс на площадке контакта можно считать непрерывным. Так, если обратиться сначала к задаче о взаимодействии плоского штампа с полосой (или полупространством) при фиксированном положении площадки на штампе, которая контактирует с перемещающимся со скоростью  $V$  штампом на полупространстве. Если рассматривать взаимодействие вращающегося ролика с полупространством, то площадка контакта на ролике при непрерывном его вращении с угловой скоростью  $\omega$  перемещается по полосе с линейной скоростью точек обода колеса  $\omega r$  (где  $r$  – наружный радиус колеса) (рисунок 4). Во время перемещения штампа по полосе на эти детали (элементы) действуют касательная сила сцепления  $T_c$ , а также силы упругости  $T_y$  и инерции  $T_u$ .

Для математической постановки задачи будем исходить из представления о том, что абсолютное перемещение какой либо точки контакта на полосе  $x$  будет состоять из суммы переносного перемещения  $Vt$  и относительного движения площадки при колебаниях  $\xi$

$$x = Vt + \xi, \quad (2)$$



где  $\xi = x - Vt$  – относительное перемещение площадки контакта;

$V$  – линейная скорость перемещения штампа;

$t$  – время.

Составим уравнение баланса сил, приложенных к площадке контакта при взаимодействии движущегося штампа с полосой, которое будет иметь следующий вид

$$m\ddot{x} + cx = T_c(\dot{x} - V), \quad (3)$$

или для колебательного движения площадки контакта

$$m\ddot{\xi} + c(\xi + Vt) = T_c(\dot{\xi}). \quad (4)$$

В приведенных уравнениях:

$m = \gamma l_1 b h$  – масса участка контакта между штампом и полупространством;

$\gamma$  – плотность материала полупространства (полосы);

$l_1$  – длина площадки контакта штампа и полупространства;

$b$  – ширина участка контакта;

$h$  – толщина уплотненного слоя на площадке контакта (площадка контакта имеет или прямоугольную или эллиптическую форму при качении ролика, в случае приработки ролика эллипс вытягивается в прямоугольник с теми же границами);

$c = \frac{2bh}{\bar{k}l_1}$  – жесткость упругой (продольной) связи уплотненного слоя на участке

контакта:

$\bar{k} = \frac{4(1 - \mu^2)}{\pi E}$  – коэффициент упругой податливости поверхностного

(упрочненного) слоя полупространства:

$E$  – модуль упругости I рода (модуль Юнга) для полупространства (или его поверхностного слоя);

$\mu$  – коэффициент Пуассона для материала полупространства;

$T_c$  – сила сопротивления перекачиванию ролика [7]

$$T_c = \frac{f}{2\bar{k}} \left( \sqrt{8\bar{k}Pr} + \frac{\delta r}{f} \right);$$



$\delta = -\frac{\dot{\xi}}{V}$  – коэффициент относительного скольжения ролика по полосе согласно гипотезе Картера [8];

$P$  – вертикальная нагрузка на ролик;

$r$  – наружный радиус ролика;

$T_c' = fP$  – сила сопротивления при скольжении плоского штампа по полупространству (или полуплоскости).

Как известно [9], коэффициент трения  $f$  является некоторой функцией от скорости проскальзывания штампа по полупространству  $f = f(\dot{\xi})$

$$f(\dot{\xi}) = f_0 - \frac{3}{2} \Delta f \frac{\dot{\xi}}{\xi_{кр}} + \frac{\Delta f}{2} \left( \frac{\dot{\xi}}{\xi_{кр}} \right)^3, \quad (5)$$

где  $f_0$  – наибольшее значение коэффициента трения скольжения (трение покоя);

$\Delta f = (f_0 - f_{min})$  – приращение коэффициента трения

$f_{min} = f(\dot{\xi}_{кр})$  – значение коэффициента трения при критическом значении скорости проскальзывания (то есть  $\dot{\xi}_{кр}$  значение скорости проскальзывания при котором реализуется  $f_{min}$ ) т.е. минимум функции  $f(\dot{\xi})$ .

Обратимся к выражению (4), если предположить, что  $V=0$ , то это будет эквивалентно рассмотрению автоколебаний в подвижной системе координат, где начало системы координат перемещается вдоль горизонтальной оси, с линейной скоростью  $V$  движения штампа.

Тогда уравнение автоколебаний уплотненного слоя пятна контакта на штампе (или полосе) для общего случая запишем в виде

$$\ddot{\xi} + \omega^2 \xi = -\frac{T_c(\dot{\xi}, \xi^3)}{m} \quad (6)$$

Запишем выражение для силы сопротивления перемещению плоского штампа  $T_c$  по полосе, учитывая ее взаимосвязь с вертикальной нагрузкой и коэффициентом трения в виде зависимости от взаимной скорости проскальзывания контактирующих деталей [9]



$$T_c = \left( f_0 - \frac{3}{2} \frac{\Delta f}{\dot{\xi}_{кр}} \dot{\xi} + \frac{\Delta f}{2 \dot{\xi}_{кр}^3} \dot{\xi}^3 \right) P. \quad (7)$$

Тогда выражение (6) с учетом (7) запишем в форме

$$\ddot{\xi} + \omega^2 \xi = - \left( f_0 - \frac{3}{2} \frac{\Delta f}{\dot{\xi}_{кр}} \dot{\xi} + \frac{\Delta f}{2 \dot{\xi}_{кр}^3} \dot{\xi}^3 \right) \frac{P}{m}. \quad (8)$$

Введем обозначения:

$$\frac{3}{2} \frac{\Delta f}{\dot{\xi}_{кр}} \frac{P}{m} = \alpha; \quad \frac{\Delta f}{2 \dot{\xi}_{кр}^3} \frac{P}{m} = \beta; \quad \frac{c}{m} = \omega^2. \quad (9)$$

Решение (8) будем искать в форме

$$\xi = \xi_0 + \xi_1. \quad (10)$$

Если принять  $\xi_0$  в виде

$$\xi_0 = - \frac{f_0 P}{c}, \quad (11)$$

то мы получаем частное решение (8), тогда для определения  $\xi_1$  используем уравнение

$$\ddot{\xi}_1 + \omega^2 \xi_1 = \alpha \dot{\xi}_1 - \beta \dot{\xi}_1^3. \quad (12)$$

Рассмотрим уравнение (6) с учетом силы сопротивления перекачиванию ролика по полупространству с учетом вертикальной нагрузки  $P$ , и изменения коэффициента трения на площадке контакта  $f = f(\dot{\xi})$ , как функции скорости проскальзывания  $\dot{\xi}$ .

Сначала обратимся к правой части (6), которую по аналогии с источником [7], запишем следующим образом

$$\frac{T'_c}{m} = - \frac{\sqrt{kPr}}{\bar{k}} \frac{f_0}{m} + \left( \frac{3\sqrt{kPr}\Delta f}{2\bar{k}\dot{\xi}_{кр}} + \frac{r}{2\bar{k}V} \right) \dot{\xi} - \frac{\sqrt{kPr}\Delta f}{2\bar{k}\dot{\xi}_{кр}^3} \dot{\xi}^3. \quad (13)$$

Введем обозначения:

$$\alpha_1 = \frac{3}{2} \frac{\Delta f}{\dot{\xi}_{кр}} \frac{\sqrt{kPr}}{\bar{k}m} + \frac{r}{2\bar{k}mV}; \quad \beta_1 = - \frac{\sqrt{kPr}}{2\bar{k}m} \frac{\Delta f}{\dot{\xi}_{кр}^3}. \quad (14)$$

Тогда уравнение для определения смещений площадки контакта при ее колебаниях, по аналогии с (12) будет иметь вид



$$\ddot{\xi}_2 + \omega^2 \xi_2 = \alpha_1 \dot{\xi}_2 - \beta_1 \dot{\xi}_2^3 - \frac{\sqrt{kPr}}{\bar{k}} \frac{f_0}{m}. \quad (15)$$

Решение (15) ищем в виде суммы

$$\xi_2 = \xi_{20} + \xi_{01}. \quad (16)$$

Частное решение (16) ищем в виде

$$\xi_{01} = \frac{\sqrt{kPr}}{kc} f_0. \quad (17)$$

Для получения решения  $\xi_{20}$  рассмотрим частный случай уравнения (15)

$$\ddot{\xi}_{20} + \omega^2 \xi_{20} = \alpha_1 \dot{\xi}_{20} - \beta_1 \dot{\xi}_{20}^3, \quad (18)$$

где  $\omega$  – собственная частота колебаний поверхностного слоя полосы.

Сравнивая уравнения (12) и (18) заключаем, что они совпадают по форме, то есть дифференциальное уравнение колебаний поверхностного слоя полосы при взаимодействии с плоским штампом и штампом криволинейного (кругового) очертания совпадают по форме с точностью до постоянных коэффициентов. Поэтому для определения перемещений при автоколебаниях поверхностных слоев площадки контакта остановимся на дифференциальном уравнении (12), а решение (18) может быть легко получено на основании решения (12).

Следовательно, уравнение (18) как и (12) является дифференциальным уравнением второго порядка с нелинейным затуханием.

Для решения (12) используем метод медленно изменяющихся амплитуд (метод Ван дер Поля) [10].

Согласно методу, приближенное решение (12) может быть представлено в виде:

$$\xi_1 = A(t) \cos \omega t, \quad (19)$$

где  $A(t)$  – медленно изменяющаяся функция времени.

Справедливость представления решения в таком виде можно легко объяснить, если  $\alpha$  и  $\beta$  достаточно малы.

Условия медленности изменения  $A(t)$  можно записать

$$\frac{dA}{dt} \leq \omega A, \quad (20)$$



$$\frac{d^2 A}{dt^2} \leq \omega^2 A. \quad (21)$$

После подстановки (19) в (12) и выполнения преобразований, отбрасывая слагаемые с утроенной частотой  $3\omega$ , а также заведомо малозначащие слагаемые при выполнении условий (20), (21) [10], можно получить дифференциальное уравнение для амплитуды

$$2 \frac{dA}{dt} - \alpha A + \frac{3}{4} \beta \omega^2 A^3 = 0. \quad (22)$$

Уравнение (22) является уравнением с разделяющимися переменными.

Разделяя переменные получим

$$2 \int_a^A \frac{dA}{\left(\alpha - \frac{3}{4} \beta \omega^2 A^2\right) A} = t. \quad (23)$$

В результате интегрирования получим зависимость амплитуды  $A(t)$  от времени

$$A(t) = \frac{\sqrt{\alpha}}{\sqrt{\frac{3}{4} \beta \omega^2 - \left(\frac{3}{4} \beta \omega^2 - \frac{\alpha}{a^2}\right) e^{-at}}}, \quad (24)$$

где  $a$  – начальная амплитуда.

При  $t \rightarrow \infty$   $A(t) \rightarrow A_0$

$$A_0 = \frac{2}{\omega} \sqrt{\frac{\alpha}{3\beta}}, \quad (25)$$

$A=A_0$  – амплитуда установившегося режима.

Таким образом, решение дифференциального уравнения (6) или (8) будет иметь вид

$$\xi(t) = \frac{\sqrt{\alpha}}{\sqrt{\frac{3}{4} \beta \omega^2 - \left(\frac{3}{4} \beta \omega^2 - \frac{\alpha}{a^2}\right) e^{-at}}} \cos \omega t - \frac{f_0 P}{c}. \quad (26)$$

По аналогии с (8) запишем решение дифференциального уравнения (15)



$$\xi_2(t) = \frac{\sqrt{\alpha_1}}{\sqrt{\frac{3}{4}\beta_1\omega^2 - \left(\frac{3}{4}\beta_1\omega^2 - \frac{\alpha_1}{a_1^2}\right)e^{-\alpha_1 t}}} \cos \omega t - \frac{\sqrt{kPr}}{\bar{k}} \frac{f_0}{m}. \quad (27)$$

Полученные выражения (26), (27) входят в формулы (7) и (13) для определения силы сопротивления перемещению штампа (7) – плоского, (13) – криволинейного. Непосредственная подстановка  $\xi(t)$  и  $\xi_2(t)$  в выражения (7) и (13) приводят к громоздким результатам.

С целью определения приблизительного значения касательного усилия  $T_c$  будем полагать, что масса  $m$  площадки контакта толщиной  $h$ , является малым параметром. Тогда обратимся непосредственно к уравнениям (8) и (15). Найденные величины  $\xi$ ,  $\xi_2$  будучи умноженными на жесткость продольной балки-полоски с точностью до бесконечно малых величин дают искомую касательную нагрузку (то есть, фактически используем метод «малого» параметра). Таким образом, выражения  $c\xi(t)$ ,  $c\xi_2(t)$  являются касательной нагрузкой, которая вызывает растяжения площадки контакта между штампом и полосой. Если следовать результатам работы [10], то эта нагрузка, помимо растяжения площадки контакта между «штампом» и полосой, также вызывает сжатие участка длиной  $l_2$  (которая пока неизвестна), расположенного впереди движущегося штампа.

Указанная нагрузка вызывает продольный изгиб, (а в ряде случаев) потерю продольной устойчивости поверхностных слоев, на деформации которых накладываются параметрические колебания (эти колебания часто бывают резонансными), поэтому нагрузка

$$T_c = c\xi(t) = T_1(t)\cos \omega t + T_0, \quad (28)$$

$$T_{c2} = c\xi_2(t) = T_2(t)\cos \omega t + T_{02} \quad (29)$$

называется параметрической.

Отметим, что принятая модель для описания автоколебаний площадки контакта является дискретной моделью в виде груза на пружине, под воздействием касательной силы  $T_c$ , направленной вдоль полосы. Эта сила, действуя на полосу впереди штампа, может способствовать возникновению двух составляющих деформационной волны – статической (квазистатической)



и динамической, которая накладывается на статическую в виде проявленных параметрических колебаний (квазигармонических колебаний, а в ряде случаев релаксационных).

Квазистатическая деформационная волна, происходящая с основной частотой собственных колебаний «тонкой» площадки контакта после наступления базового числа цикла нагружений приводит к усталостному разрушению поверхностных слоев, как на полосе, так и на штампе, а наложенные параметрические колебания могут вызвать дополнительные деформационные процессы на гребнях основных деформационных волн, которые приведут к возникновению возрастающих параметрических колебаний, а в ряде случаев, приводящих к появлению усталостных трещин и сколов.

Также следует указать, что при рассмотрении площадки контакта штампа с полосой может быть использована физическая модель распределенными параметрами. Этот подход приводит к усложнению задачи, которая, прежде всего, сводится к появлению спектра собственных частот колебаний. Обычно такой спектр сложно учесть для реальных взаимодействующих деталей.

Представленные выражения для  $T_c$  (28), (29) используем при составлении дифференциального уравнения параметрических колебаний «тонкого» поверхностного слоя полосы впереди движущегося штампа (или ролика) относительно подвижной системы координат, перемещающейся вдоль горизонтальной оси с началом системы отсчета « $O$ » с линейной скоростью перемещения штампа « $V$ ».

Составим дифференциальное уравнение колебаний условной балки, перемещающейся вместе с опорами балки-полоски конечной длины  $l_2$  (которая подлежит определению при решении задачи), нагруженной сжимающей переменной силой сопротивления перемещению «штампа»  $T_c = T_c(\dot{\xi}, \xi^3)$ , причем балка-полоска еще дополнительно опирается на упругое основание из внутренних слоев с коэффициентом отпора  $\bar{\beta}_1 = \frac{E\bar{\alpha}_1}{2}$  (рисунок 3).

Реактивное усилие от упругого основания внутренних слоев ролика пропорционально упругим (вертикальным) прогибам основания полосы.



В уравнение продольного изгиба вводим вертикальную распределенную нагрузку в виде отпора упругого основания, а также введем инерционную нагрузку.

Тогда уравнение, описывающее продольный изгиб балки-полоски длиной  $l_2$ , составленное из уплотненных поверхностных слоев будет иметь вид

$$E_n I \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + T_c(\dot{\xi}, \dot{\xi}^3) \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{E \bar{\alpha}_1}{2} w + m \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = 0. \quad (30)$$

С учетом граничных и начальных условий

$$w = \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = 0 \text{ при } x = 0; x = l_2, \quad (31)$$

$$w(x_0, 0) = w_0(x_0); \frac{\partial w(x_0, 0)}{\partial t} = 0. \quad (32)$$

Заметим, что величина  $l_2$  зависит от геометрии сечения балки-полоски, модулей упругости  $E_n, E$  и подлежит дальнейшему определению.

В приведенных выражениях (30), (31), (32):

$w(x, t)$  – поперечный прогиб балки-полоски под действием продольного усилия  $T_c(\dot{\xi}, \dot{\xi}^3)$ ;

$\bar{\alpha}_1 = \sqrt[3]{\frac{E}{4E_n I}}$  – число полуволин балки-полоски на участке балки длиной  $\pi$  [11];

$E_n, E$  – соответственно модули упругости наружных и внутренних слоев полосы;

$x_0$  – некоторое значение продольной координаты  $x$  из интервала  $0 \leq x_0 \leq l_2$ ;

$\xi(t), \dot{\xi}(t)$  – соответственно относительное смещение деталей пары при колебаниях и скорость этих колебаний;

$m_0$  – погонная масса балки-полоски толщиной  $h$ .

Предположим, что функция  $w(x, t)$  допускает представление вида

$$w(x, t) = \sum_{k=1}^n B_k(t) \sin \frac{k\pi x}{l_2}. \quad (33)$$

Тогда после подстановки (33) в уравнение (30) получим совокупность дифференциальных уравнений одной переменной « $t$ ».



$$m_0 \frac{d^2 B_k}{dt^2} + E_n I \frac{k^4 \pi^4}{l_2^4} B_k + T_c \left( \dot{\xi}, \dot{\xi}^3 \right) \frac{k^4 \pi^2}{l_2^2} B_k + \frac{E}{2} \bar{\alpha}_1 B_k = 0. \quad (34)$$

Так как уравнения (34) идентичны при любых « $k$ », то в их решениях достаточно ограничиться одним общим решением, поэтому индекс « $k$ » в дальнейшем может быть опущен (или просто принят равным единице). Рассмотрим также некоторые обозначения ( $\mu_k, \omega_k, \Omega_k$ ) выполним с ними преобразования применительно к (34) и в дальнейшем будем рассматривать индекс  $k=1$  для главной формы колебаний.

С учетом сказанного, преобразуем (34) к виду (с учетом (28), (29))

$$\frac{d^2 B_k}{dt^2} + \omega_k^2 \left( 1 - \frac{T_0 + T_1(t) \cos \omega_0 t}{T_k^*} \right) B_k = 0, \quad (k = 1, 2, 3, \dots). \quad (35)$$

где  $\omega_k^2 = \frac{1}{m_0} \left( \frac{k^4 \pi^4}{l_2^4} E_n I + \bar{\beta}_1 \right)$  – квадрат  $k$ -той собственной частоты колебаний

незагруженной балки-полоски ( $l_2 \times b \times h$ ), если  $k=1, 2, 3, \dots$ ;

$T_0$  – постоянная составляющая касательной силы;

$T_k^* = \frac{k^2 \pi^2 E_n I}{l_2^2} + \frac{\bar{\beta}_1 l_2^2}{k^2 \pi^2}$  – значение критической касательной силы для формы

потери устойчивости балки-полоски с индексом « $k$ »;

$T_1$  – половина амплитуды колебаний касательной силы (может быть переменной величиной, нами принята как медленно изменяющаяся функция).

Для дальнейших преобразований введем обозначения:

$\Omega_k$  – частота собственных колебаний балки-полоски, нагруженной постоянной составляющей касательной силы  $T_0$  для формы колебаний с индексом « $k$ » ( $k=1, 2, 3, \dots$ )

$$\Omega_k = \omega_k \sqrt{1 - \frac{T_0}{T_k^*}}; \quad (36)$$

$\mu_k$  – коэффициент возбуждения нагрузки, который для многих систем является «малым» параметром [10]

$$\mu_k = \frac{T_1}{2(T_k^* - T_0)}. \quad (37)$$

С учетом принятых обозначений уравнение (35) преобразуем к виду:



$$\frac{d^2 B_k}{dt^2} + \Omega_k^2 (1 - 2\mu_k \cos \omega_0 t) B_k = 0. \quad (38)$$

Принимая  $k=1$  будем иметь (если  $T_1 \approx \text{const}$ )

$$B_1'' + \Omega_1^2 (1 - 2\mu_1 \cos \omega_0 t) B_1 = 0. \quad (39)$$

Уравнение (39) является уравнением Матье, которое описывает прохождение наложенных параметрических колебаний на деформированный поверхностный слой полосы.

В случае, когда касательная сила изменяется по более общему закону, например (28) или (29), то  $T_c$  можно записать в виде:

$$T_c = T_0 + T_1 \Phi(t), \quad (40)$$

где  $\Phi(t)$  – периодическая функция с периодом  $\frac{2\pi}{\omega_0}$ , тогда вместо уравнения

(39) будем иметь:

$$B_1'' + \Omega^2 [1 - 2\mu_1 \Phi(t)] B_1. \quad (41)$$

Уравнение (41), в отличие от (39), более общего вида, которое называется уравнением Матье-Хилла.

Введем в рассмотрение вспомогательные функции:

$$Q^2(t) = \Omega^2 [1 - 2\mu_1 \cos \omega_0 t], \quad (42)$$

$$Q_1^2(t) = \Omega^2 [1 - 2\mu_1 \Phi_1(t)]. \quad (43)$$

Отметим, что в выражении для частоты собственных колебаний балки, составленной из уплотненных поверхностных слоев,  $\Omega^2$  входит множителем собственная частота незагруженной системы  $\omega_1^2 = \frac{1}{m_0} \left( \frac{\pi^4}{l_2^4} E_n I + \bar{\beta}_1 \right)$ , которая обратнопропорциональна погонной массе балки « $m_0$ »

$$m_0 = \mu_0^2, \quad (44)$$

Поэтому  $m_0$  можно трактовать как малый параметр.

В силу такого представления данная колебательная система является высокочастотной и  $\omega_0^2 \gg 1$ .

Кроме того, функции  $Q(t)$ ,  $Q_1(t)$  определены на сегменте  $t_1 \leq t \leq t_2$  и



трижды дифференцируемы в заданных пределах.

Тогда дифференциальное уравнение (41) перепишем в виде

$$B''(t) + Q^2(t)B = 0. \tag{45}$$

В выражении (45) вместо  $Q(t)$  можно рассматривать  $Q_1(t)$ .

При решении (45) представим искомую функцию  $B(t)$  в виде

$$B(t) = u_1(t)V_1(t), \tag{46}$$

где вспомогательная функция  $V_1(t)$  может быть представлена в виде

$$V_1(t) = \exp \left[ i \int_{t_1}^{t_2} Q(t) dt \right] \tag{47}$$

После подстановки  $V_1(t)$  в уравнение (45) и выполнения преобразований с учетом  $\mu_0 \rightarrow 0$  переходим к дифференциальному уравнению с разделяющимися переменными

$$u_1'(t) = -\frac{1}{2} \frac{Q'(t)}{Q(t)} u, \tag{48}$$

которое допускает частное решение

$$\bar{u}_1(t) = \frac{1}{\sqrt{Q(t)}}. \tag{49}$$

Таким образом,  $u_1(t)V_1(t)$  является асимптотически приближенным решением (45) согласно [11], тогда можно показать, что на сегменте  $[t_1, t_2]$  существует фундаментальная система решений уравнения (45)

$$\left\{ \begin{aligned} B_1(t) &= \left[ \frac{1}{\sqrt{Q(t)}} + \varepsilon_1(t, \mu_0) \right] \exp \left[ i \int_{t_1}^t Q(t) dt \right] \\ B_2(t) &= \left[ \frac{1}{\sqrt{Q(t)}} + \varepsilon_2(t, \mu_0) \right] \exp \left[ -i \int_{t_1}^t Q(t) dt \right] \end{aligned} \right\}, \tag{50}$$

ИЛИ



$$\begin{cases} B_1(t) = \left[ \frac{1}{\sqrt{Q(t)}} + \varepsilon_1(t, \mu_0) \right] \left[ \cos \int_{t_1}^t Q(t) dt + i \sin \int_{t_1}^t Q(t) dt \right] \\ B_2(t) = \left[ \frac{1}{\sqrt{Q(t)}} + \varepsilon_2(t, \mu_0) \right] \left[ \cos \int_{t_1}^t Q(t) dt - i \sin \int_{t_1}^t Q(t) dt \right] \end{cases}, \quad (51)$$

Выражения (50) или (51) представляют собой фундаментальную систему решений дифференциального уравнения (45).

Исходя из приведенных выражений (50), (51) можно определить значение комплексных амплитуд для  $B_1(t)$ ,  $B_2(t)$

$$B^* = \max \sqrt{\operatorname{Re} B_1^2 + I_m B_1^2} \quad (52)$$

$$B^* = \max \sqrt{\operatorname{Re} B_2^2 + I_m B_2^2} \quad (53)$$

В приведенных выражениях  $\varepsilon_1(t, \mu_0)$ ;  $\varepsilon_2(t, \mu_0)$  – пока неопределенные бесконечно малые функции параметров  $\mu_0$ ,  $t$ , которые при устремлении  $\mu_0 \rightarrow 0$  обеспечивают точное решение (45) в виде (50), (51), как функций  $B_1(t)$ ,  $B_2(t)$ .

Полученные решения (50), (51) являются фундаментальной системой решения уравнения (45). Вместе с тем, полученные решения не выражаются через элементарные функции, использование этих решений будет ограниченным.

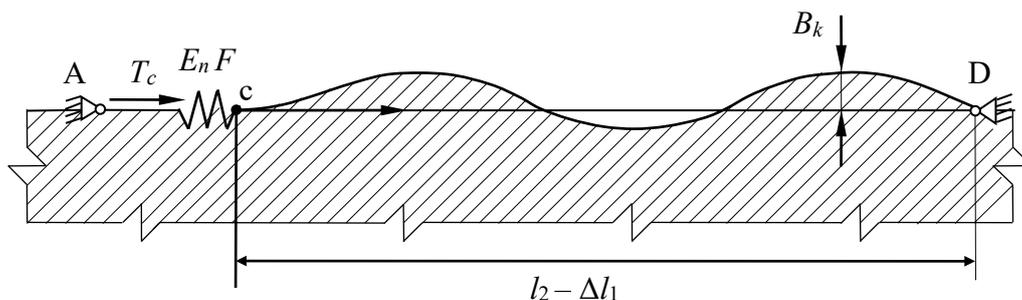
Представленная балка-полоска в области под штампом (при возникновении в этой зоне фрикционных колебаний) и впереди штампа, может быть уподоблена стержню с продольной связью в месте начала взаимодействия штампа с полосой. Эта упругая связь проявляется за счет растяжения участка контакта под штампом с жесткостью  $c_1 = E_n F$  (продольная жесткость) [10]. Будем полагать, что дополнительная продольная сила пропорциональна продольному смещению балки-полоски  $u$

$$\Delta T = c_1 u, \quad (54)$$

где  $c_1$  – продольная жесткость балки-полоски;

$E_n$  – модуль упругости поверхностных слоев;

$u$  – продольное смещение подвижного конца балки-полоски, рисунок 5, точка А.



**Рисунок 5 – Гипотетическая балка на упругом основании с учетом продольной жесткости  $E_n F$**

С учетом дополнительной продольной силы  $\Delta T$ , в выражении для тригонометрического ряда (33) изменится временная функция  $B_k(t)$ . Тогда дифференциальное уравнение (35) для определения функции  $B_k(t)$  примет вид:

$$B_k'' + \omega_k^2 \left( 1 - \frac{T_0 + T_1(t) \cos \omega_0 t + \Delta T}{T_k^*} \right) B_k = 0. \quad (55)$$

То есть дифференциальное уравнение (55) отличается от уравнения (33) наличием некоторого слагаемого (в частности нелинейного)  $\psi(B_k)$

$$B_k'' + \omega_k^2 \left( 1 - \frac{T_0 + T_1(t) \cos \omega_0 t}{T_k^*} \right) B_k + \psi(B_k) = 0 \quad (56)$$

или

$$B_k'' + \omega_k^2 (1 - 2\mu_0 \cos \omega_0 t) B_k + \psi(B_k) = 0. \quad (57)$$

Для учета смещения подвижной точки перед штампом в силу (54) обратимся к величине укорочения балки-полоски

$$u = l - \int_0^l \cos \varphi ds = l - \int_0^l \sqrt{1 - \left( \frac{\partial w}{\partial s} \right)^2} ds \approx \frac{1}{2} \int_0^l \left( \frac{\partial w}{\partial s} \right)^2 ds + \dots, \quad (58)$$

где  $\varphi$  – угол, который составляет касательная к изогнутой форме балки с продольной осью;

$w = w(s, t)$  – прогиб балки-полоски в некоторой произвольной ее точке по дуге  $s$  (можно рассматривать как бесконечный ряд)

$$w(s, t) = B_k(t) \sin \frac{k\pi s}{l};$$



$l$  – длина балки-полоски, подверженной деформации, в зоне опережающей штамп [13]

$$l = l_2 = 2,41\pi^3 \sqrt{\frac{4E_n I}{E}};$$

$\psi(B_k)$  – в общем случае некоторая нелинейная функция перемещения свободного конца балки-полоски, которую можно получить, если положить в выражении (56) для  $B_k = \text{const}$  и приравнять нулю время, тогда

$$\left(1 - \frac{T_0}{T_{кр}}\right) B_k + \frac{1}{\omega_k^2} \psi(B_k) = 0 \quad (59)$$

Окончательно выражение для  $\psi(B_k)$  при  $k=1$  можно записать в виде

$$\psi(B_1) = \frac{\pi^2 \omega_1^2 c_1}{4l_2 T_{кр}^*} B_1^3 = \gamma_1 B_1^3(t). \quad (60)$$

Если ввести обозначение

$$\gamma_1 = \frac{\pi^2 \omega_1^2}{4l_2 T_{кр}^*} c_1 = \frac{\pi^2 \omega_1^2}{4l_2 T_{кр}^*} E_n F, \quad (61)$$

то дифференциальное уравнение для определения  $B_1(t)$  примет вид:

$$B_1'' + \omega_1^2 (1 - 2\mu_0 \cos \omega_0 t) B_1 + \gamma_1 B_1^3 = 0 \quad (62)$$

Представленное уравнение (62) используем при определении амплитуды главной формы колебаний при действии параметрической нагрузки  $T_0 + T_1(t) \cos \omega_0 t$ . Ограничимся в решении первым приближением

$$B_1(t) = a_1 \sin \frac{\omega_0 t}{2} + b_1 \cos \frac{\omega_0 t}{2}. \quad (63)$$

Если подставить «ряд» (63) в уравнение (62), то получим

$$\left[ \Omega^2 (1 + \mu_0) - \frac{\omega_0^2}{4} \right] a_1 - \varepsilon \omega_0 b + \Phi_1(a_1, b_1) \quad (64)$$

$$\left[ \Omega^2 (1 - \mu_0) - \frac{\omega_0^2}{4} \right] b_1 + \varepsilon \omega_0 a + \Psi_1(a_1, b_1) \quad (65)$$

В результате подстановки с учетом обозначения амплитуды  $B^{*2} = a^2 + b^2$

$$\psi(B, B', B'') = \frac{B^{*2}}{4} (3\gamma_1 a - \varepsilon_L \omega_0 b) \sin \frac{\omega_0 t}{2} + \frac{B^{*2}}{4} (3\gamma_1 b + \varepsilon_L \omega_0 a) \cos \frac{\omega_0 t}{2}. \quad (66)$$



Тогда коэффициенты при функциях  $\sin \frac{\omega_0 t}{2}$ ;  $\cos \frac{\omega_0 t}{2}$  определяют коэффициенты разложения в ряд Фурье для  $k=1$

$$\Phi(a_1, b_1) = \frac{B^{*2}}{4} (3\gamma_1 a - \varepsilon_L \omega_0 b) \quad (67)$$

$$\psi(a_1, b_1) = \frac{B^{*2}}{4} (3\gamma_1 b + \varepsilon_L \omega_0 a) \quad (68)$$

В приведенных выражениях (66), (67), (68)  $\varepsilon_L$  – представляет собой коэффициент нелинейного затухания при колебаниях, который практически определить затруднительно.

Если представить уравнение (57) с учетом вида функции  $\psi(B_1)$ , то будем иметь

$$B_1'' + \omega_1^2 (1 - 2\mu_0 \cos \omega_0 t) B_1 + \gamma_1 B_1^3 = 0. \quad (69)$$

Дополнительно введем обозначения  $n = \frac{\omega_0}{2\Omega}$ ;  $\Delta = \frac{2\pi\varepsilon}{\Omega}$ ;  $\Delta_L = \frac{\pi\varepsilon_L}{2\Omega}$ . Тогда используя выражения (64), (65) с учетом (67), (68) и подразумевая под  $\varepsilon$ ;  $\varepsilon_L$  – соответственно линейные и нелинейные затухания в системе, можно для случая нелинейной упругости по уравнению (69) вычислять значения амплитуды колебаний согласно выражению:

$$B^* = \frac{2\Omega}{\sqrt{3\gamma_1}} \sqrt{n^2 - 1 \pm \sqrt{\mu_0^2 - \frac{n^2 \Delta^2}{\pi^2}}} \quad (70)$$

График, который можно построить по выражению (70) как функцию частоты, имеет две ветви – одна для  $n$  в пределах  $0,8 \leq n \leq 1,2$  является устойчивой кривой, если же  $n \geq 1,2$  то кривая амплитуд является неустойчивой.

Для нелинейной упругости характерным является наклон резонансных кривых в сторону больших возмущающих частот. По формуле (70) вычисляем амплитуды деформационных микронеровностей, которые могут быть сопоставимы с естественными микронеровностями деталей после их механической обработки резанием, давлением или шлифованием. Алгоритм вычисления амплитуд деформационных микронеровностей позволяет спрогнозировать возникновение микронеровностей, а также возможность их



разрушения при возникновении неустойчивых динамических состояний, которые продиктованы возбуждением фрикционных колебаний в области перед штампом.

Рассматривая вычисление амплитуд установившихся колебаний балки-полоски под действием параметрической нагрузки, важным является учет неустойчивой ветви кривой амплитуд как функции частоты возбуждения при  $n \geq 1, 2$ , следует иметь ввиду тот факт, что проявляющийся параметрический резонанс реализуется в виде накопившихся очагов шелушения или трещиноватости, которые накладываются на остаточные деформационные волны наружных поверхностей.

Обращаясь к формуле (70), делаем вывод о том, что для оценки влияния силовых и физических параметров формулу удобно преобразовать с учетом значений коэффициентов:  $\Omega, \gamma_1, n, \mu_0, \Delta, \Delta_L$

$$\begin{aligned}
 B^* &= \frac{2\sqrt{\frac{1}{m_0} \left( \frac{\pi^4}{l^4} E_n I + \beta_1 \right) \sqrt{\frac{T_1^* - T_0}{T_1^*}}}{\sqrt{3} \sqrt{\frac{\pi^2}{4lT_1^*} \frac{1}{m_0} \left( \frac{\pi^4}{l^4} E_n I + \beta_1 \right) E_n F}} \sqrt{\frac{T_1}{4(T_1^* - T_0)} - 1 \pm \sqrt{\frac{T_1^2}{4(T_1^* - T_0)^2} - \frac{4\pi^2 \varepsilon^2}{\Omega^2}}} = \\
 &= \frac{2\sqrt{T_1^* - T_0} \sqrt[3]{\frac{4E_n I}{E}}}{\sqrt{0,3\pi} \sqrt{E_n F}} \sqrt{\frac{T_1}{4(T_1^* - T_0)} - 1 \pm \sqrt{\frac{T_1^2}{4(T_1^* - T_0)^2} - \frac{4\pi^2 \varepsilon^2}{\frac{1}{m_0} \left( \frac{\pi^4}{l^4} E_n I + \frac{E}{2} \right) \sqrt[3]{\frac{E}{4E_n I}}}}} \quad (71)
 \end{aligned}$$

Таким образом, амплитуда деформационной волны при связанных фрикционных и параметрических колебаниях (в условиях близких к параметрическому резонансу) пропорциональна корню квадратному из разности критического усилия  $T_1^*$ , постоянной составляющей критической нагрузки  $T_0$  и массовому коэффициенту  $\mu_0$ , а также физическим и геометрическим параметрам балки-полоски  $E_n, E, m_0, b, h, l (l_2)$ . Причем коэффициенты затухания можно трактовать как малые параметры ( $\varepsilon, \varepsilon_L$ ), которые характеризуют как внешнее так и внутреннее трение материала балки-полоски (или материала штампа). Однако при повышении рабочих температур в зоне контакта коэффициенты  $\varepsilon, \varepsilon_L$  могут существенно возрасти и тогда будет неправомерно считать коэффициенты затухания малыми параметрами.



Если абстрагироваться от самовозбуждающихся фрикционных автоколебаний и вызванных ими параметрическими колебаниями в зоне под штампом и перед штампом, то участок балки-полоски под штампом будет испытывать только растяжение, а участок перед штампом будет деформироваться по периодической кривой, близкой к синусоиде, которую можно трактовать как бегущую волну длиной  $l_2$ , перемещающуюся с линейной скоростью  $V_0$ .

После определения длины сжатого участка балки ( $l=l_2$ ), числа полувольт на сжатом участке, потерявшем продольную устойчивость  $k$  [13], возникает вопрос определения высоты деформационных неровностей. Как было установлено (рисунок 3), участок под штампом  $l_1$ , находится в зоне растяжения, а участок  $l_2$  – в зоне сжатия. Предположим, что балка-полоска задана в виде стержня с шарнирными опорами, в подвижной системе координат. Так как сплошность этих элементов поверхностных слоев не нарушается в большинстве практических случаев, то удлинение участка под штампом  $\Delta l_1$ , будет равно укорочению участка перед штампом  $\Delta l_2$  ( $\Delta l_1 = \Delta l_2$ ). Предположим, что проекция сжатого участка балки-полоски  $l_2$  укоротилась на длине  $\Delta l_1$ . Следовательно длина проекции дуги  $l_2$  на горизонтальную ось будет равна  $l_2 - \Delta l_1$ , при этом сам участок балки  $l_2$  изогнется по некоторой периодической кривой с амплитудой волны деформации  $\max B$ . Естественно предположить, что согласно принятого опирания концов балки эта кривая может быть представлена синусоидой

$$w_k(x) = \max B_k \sin \frac{k\pi x}{l}. \quad (72)$$

Заметим, что  $l=l_2$  – это длина волны деформации участка перед штампом:  $k=2,41$  (принимаяем  $k=2,5$ ) – количество полувольт деформации участка перед штампом.

Исходя из деформационных зависимостей для участка перед штампом запишем выражения для приращения  $\Delta l_1$

$$\Delta l_1 = \Delta l_2 = \int_0^{l_2} \left( \sqrt{1 + \left( \frac{dw}{dx} \right)^2} dx - dx \right) = \int_0^{l_2} \left( \sqrt{1 + \left( \frac{dw}{dx} \right)^2} - 1 \right) dx \approx \frac{1}{2} \int_0^{l_2} \left( \frac{dw}{dx} \right)^2 dx. \quad (73)$$

С учетом вида функции  $w(x)$  запишем



$$\begin{aligned} \Delta l_1 &= \frac{1}{2} \int_0^{l_2} mB_k^2 \frac{k^2 \pi^2}{l^2} \cos^2 \frac{k\pi x}{l} dx = mB_k^2 \frac{k^2 \pi^2}{2l^2} \int_0^{l_2} \cos^2 \frac{k\pi x}{l} dx = \\ &= mB_k^2 \frac{k^2 \pi^2}{2l_2^2} \left( \frac{l}{2} + \frac{l}{4k^2 \pi^2} \sin 2k\pi \right). \end{aligned} \quad (74)$$

Если  $k=2,5$  (точнее  $k=2,41$ ), то  $\sin 5\pi = 0$  и

$$\Delta l_1 = \frac{k^2 \pi^2}{4l_2} mB_k^2. \quad (75)$$

С другой стороны, согласно [13] для растянутого участка  $l_1$

$$\Delta l_1 = \frac{T_c l_1}{E_n h}. \quad (76)$$

Приравнявая (75) и (76) получим

$$mB_k^2 = \frac{2}{k\pi} \sqrt{\frac{T_c l_1 l_2}{E_n h}}. \quad (77)$$

Следовательно, высота наибольшей деформационной микронеровности прямопропорциональна среднему геометрическому значению длин участков  $l_1$ ,  $l_2$ , и прямопропорциональна корню квадратному из отношения касательного усилия  $T_c$  к толщине  $h$  для одного и того же материала балки-полоски.

Рассмотрим возможность разрушения поверхностных слоев взаимодействующих деталей под влиянием касательных и нормальных усилий ( $T_c$ ,  $G$ ). Для длительной эксплуатации этих деталей касательное усилие  $T_c$  не должно превышать критическую силу  $T_k^*$  верхнего слоя полупространства

$$T_c < T_k^* \quad (78)$$

Поэтому тонкий поверхностный слой взаимодействующих деталей получает упругие (обратимые) деформации, которые исчезают после прекращения действия нагрузок ( $T_c$ ,  $G$ ). Выход из строя тонкого поверхностного слоя наступает только в результате усталостного поверхностного разрушения наружных слоев полупространства (в основном хрупкого разрушения). При этом эквивалентное переменное напряжение  $\sigma_s$  не должно превышать предела выносливости материала детали  $\sigma_{-1}$

$$\sigma_s \leq \sigma_{-1}, \quad (79)$$

где  $\sigma_s = \sigma_a + \psi_{\sigma d} \sigma_m$  – эквивалентное переменное напряжение;



$\sigma_a$  – амплитудное значение переменной части напряжения цикла;

$\sigma_m$  – среднее значение напряжения цикла;

$\psi_{\sigma d}$  – коэффициент влияния постоянных напряжений для детали.

При выполнении условия (79) число циклов нагружения будет значительным (порядка  $10^8$  циклов нагружения и более).

Таким образом, для этого случая расчет на износ сводится к расчету на усталость упругих деформационных микронеровностей, у которых определяется длина упругой деформационной волны, амплитуда (высота) деформационной волны, период времени в течении которого развивается базовое число циклов нагружения поверхностных слоев. При этом, возникающие микронеровности, после прекращения воздействия силы  $T_c$  возвращается в исходное (недеформированное) состояние, как за счет проявления упругих свойств поверхностных слоев (в пределах закона Гука), так и за счет выполаживания оставшихся микронеровностей, в период прохождения по ним штампа.

Далее рассмотрим случай, когда действующие усилия ( $T_c, G$ ) таковы, что  $T_c \geq T_{кр}^*$  и тонкий поверхностный слой перед штампом теряет продольную устойчивость, и при этом получает неупругие деформации (то есть деформации поверхностных слоев становятся остаточными). После повторного прохождения штампа по деформационным выступам, их вершины могут быть частично или полностью срезаны – имеет место пластичное разрушение материала деталей.

При таком характере нагружения детали взаимодействующей пары получают интенсивный износ.

Обратимся к расчетному случаю, когда равнодействующее усилие  $T_c$ , при наличии качественной смазки, в комбинации с антифрикционными материалами таково, что деформации от действия продольного усилия  $T_c$  будут значительно менее ощутимы чем прогибы балки под действием веса штампа  $G$ . Эти деформации имеют вид бегущей волны по балке на упругом основании, которая при взаимодействии деталей носит циклический характер (волна) и в случае прохождения деталями базового числа циклов (например  $10^8$  и более)



происходит усталостное разрушение поверхностных слоев под воздействием веса штампа  $G$ .

Такой вид усталостных разрушений деталей возможен, однако он происходит при большем числе циклов нагружения, чем для первого случая (при  $T_c < T_{кр}^*$ ).

Рассмотренные результаты (для трех расчетных случаев) были получены без учета скорости взаимного перемещения деталей, иначе в квазистатической постановке, при этом фактически взаимное перемещение деталей может происходить при различных линейных скоростях, что существенно влияет на прогиб балки-полоски. В работе [13] были использованы результаты исследований В.Л. Бидермана, в которых прослеживается влияние скорости перемещения подвижной детали (штампа)  $V$  по балке-полоске на упругом основании, с коэффициентом отпора

$$\beta_1 = \frac{E\alpha_1}{2} = \frac{E}{2} \sqrt[3]{\frac{E}{4E_n}}. \quad (80)$$

Так как в представленных нами расчетных случаях имеет место бегущая волна (в неподвижной системе координат), то при расчете контактной выносливости поверхностных слоев балок на упругом основании необходимо учитывать коэффициент динамичности  $\delta_\delta$ , который по аналогии с работой [14] можно определить по формуле

$$\delta_\delta = \sqrt{\frac{1}{1 - \frac{m_0 V^2}{2\sqrt{\beta_1 E_n I}}}} = \sqrt{\frac{1}{1 - \frac{m_0 V^2}{2\sqrt{\frac{E_n EI}{2} \sqrt[3]{\frac{E}{4E_n}}}}}}. \quad (81)$$

Как следует из формулы (81), с увеличением скорости  $V$  коэффициент динамичности  $\delta_\delta$  возрастает и при достижении скоростью значения  $V=V_{кр}$  коэффициент  $\delta_\delta$  достигает бесконечно большого значения. При этом критическая скорость  $V_{кр}$  будет равна

$$V_{кр} = \sqrt{\frac{2\sqrt{\beta_1 E_n I}}{m_0}}, \quad (82)$$

где  $m_0$  будем трактовать как погонную массу балки-полоски на упругом



основании.

Таким образом, на основании выполненных исследований приходим к заключению, что для сформулированной задачи заданные усилия (вес штампа  $G$ , сила сопротивления перемещению штампа  $T_c$ ), напряжения и деформации в гипотетической балке, высота деформационных микронеровностей, а также их усталостное разрушение связаны со скоростью взаимного перемещения деталей (или скоростью перемещения штампа  $V$ ).

## Выводы

1. В работе установлено, что при любом характере взаимодействия подвижных деталей наступает состояние прохождения перед штампом подвижной волны, которая приводит к разрушению деформационных и геометрических микронеровностей в зависимости от соотношения действующих вертикальной и касательной нагрузок для определенного количества циклов нагружения микронеровностей взаимодействующих деталей.

2. Выявлены расчетные случаи разрушения поверхностных слоев взаимодействующих деталей под влиянием касательных и нормальных усилий ( $T_c$ ,  $G$ ). Для обеспечения продолжительной эксплуатации этих деталей, касательные усилия  $T_c$  не должны превышать критическую силу  $T_{кр}^*$  для верхнего полупространства. При этом нарушение целостности поверхностных слоев наступает только в результате усталостного разрушения наружных слоев полупространства. В этом случае эквивалентное нормальное напряжение  $\sigma_3$  не должно превышать предела выносливости материала  $\sigma_{-1}$ , а также число циклов нагружения будет значительным, порядка  $10^8$  циклов и более.

3. Определен расчетный случай, когда действующие усилия таковы, что  $T_c \geq T_{кр}^*$ , и тонкий поверхностный слой перед штампом теряет продольную устойчивость, в результате чего получает остаточные неупругие деформации. При последующем прохождении штампа по деформационным выступам их вершины могут быть частично или полностью срезаны. В случае такого характера взаимодействия детали пары получают интенсивный износ и дальнейшее усталостное разрушение для значительно меньшего числа циклов



нагрузки элементов пары.

4. Установлен расчетный случай, когда действующее касательное усилие  $T_c \ll T_{кр}^*$  и продольные деформации от  $T_c$  будут значительно меньше ощутимы, чем поперечные прогибы балки под действием веса штампа  $G$ . Эти деформации имеют вид бегущей волны по балке на упругом основании и носят циклический характер. При достижении взаимодействующими деталями базового числа циклов ( $10^8$ ) и более наступает усталостное разрушение поверхностных слоев (деталей). Такой вид усталостного разрушения деталей возможен при наступлении большего числа циклов нагружения чем при  $T_c \ll T_{кр}^*$  (то есть для 1 случая, вывод 2).

5. В работе показано, что с увеличением скорости взаимодействия деталей существенно возрастают эквивалентные напряжения, которые можно откорректировать с использованием коэффициента динамичности.

Кроме того, в работе показано, что предлагаемая методика может быть рекомендована к применению, как при описывании трения скольжения, так и трения качения.



**KAPITEL 2 / CHAPTER 2<sup>2</sup>**  
**THE METHODOLOGY OF BUILDING THE COGNITIVE MODEL OF  
 CRITICAL INFRASTRUCTURE'S SECURITY**

**DOI: 10.30890/2709-2313.2022-11-01-009**

## **Вступ**

Нині, з неминучістю ведення інформаційних війн, все частіше проявляються аспекти безпеки в усіх сферах соціуму: від побутових до науково-виробничих. При цьому значущість оцінювання стану безпеки будь-яких сучасних об'єктів, передусім критично-важливих об'єктів (КВО), для держави і суспільства з їх інформаційними інфраструктурами по забезпеченню повноти і достовірності задіяної інформації завжди була актуальна, а нині – вкрай потрібна. Саме тому набуває ще більшої актуальності тенденція по створенню і вдосконаленню методів і інструментальних засобів, спрямованих на усунення конкретних пізнавальних, юридично-правових і технічних проблем з безпекою і захистом об'єктів критичної інфраструктури (ОКІ).

### **2.1. Сучасний стан законодавчої бази по захисту та безпеці ОКІ України**

Останнє підтверджується на законодавчому рівні України [1-3]. Зокрема, пріоритетами забезпечення кібербезпеки (КБ) є [1, п.5]:

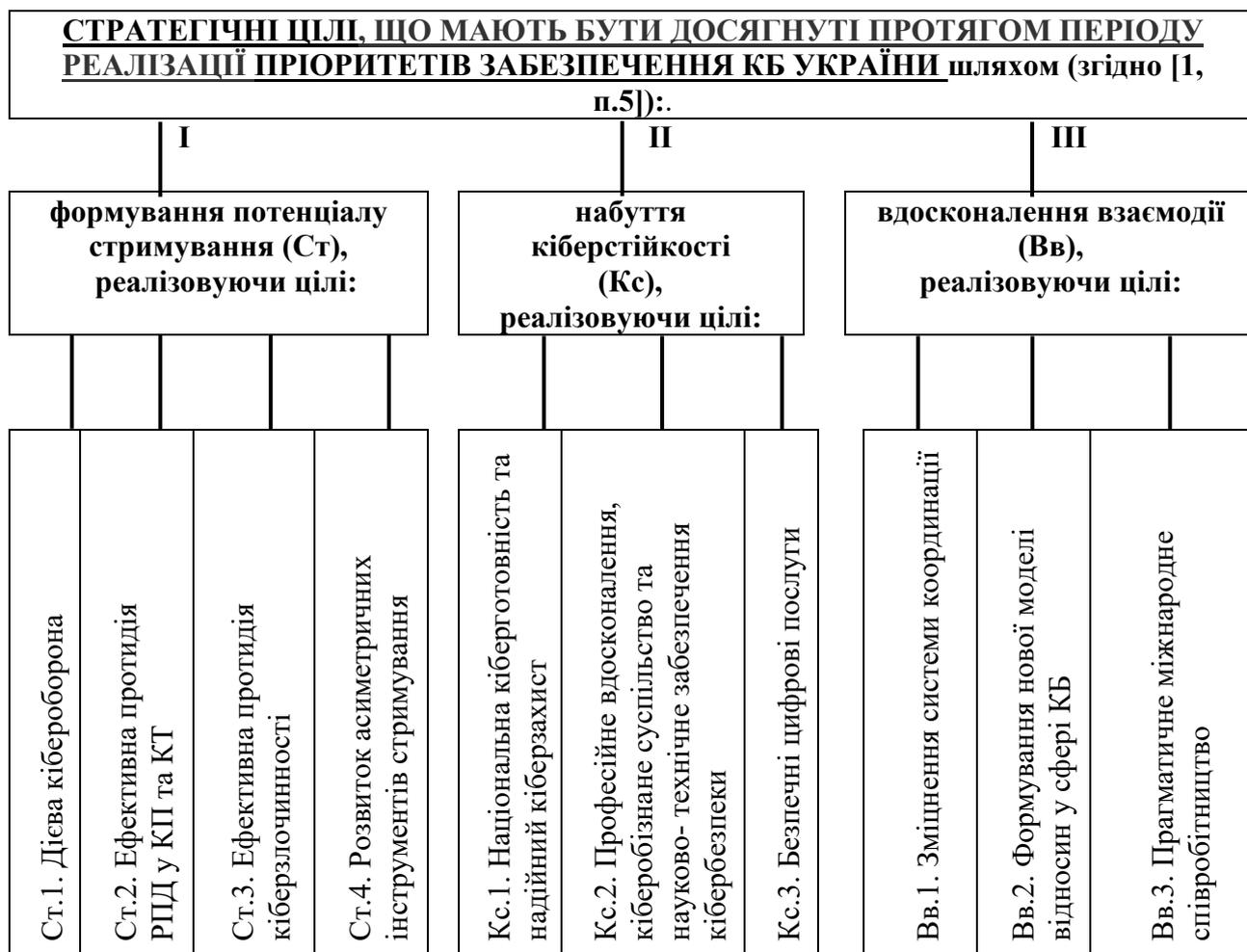
- «убезпечення кіберпростору задля захисту суверенітету держави та розвитку суспільства;
- захист прав, свобод і законних інтересів громадян України у кіберпросторі;
- європейська і євроатлантична інтеграція у сфері кібербезпеки».

Так, на рисунку 1 відображені цілі "нової якості національної системи кібербезпеки" з позицій "формування потенціалу стримування" (Ст), "набуття кіберстійкості" (Кс) та "вдосконалення взаємодії" (Вв), що мають бути досягнуті протягом періоду реалізації Стратегії Кібербезпеки України [1, п.5]. (Для рисунку 1 використовувані наступні скорочення: РПД – розвідувально-

<sup>2</sup>*Authors: Klym Viktoriia Yuryevna, Tarasenko Yuri Stanislavovich*



підривна діяльність, КП – кіберпростір, КТ –кібертероризм).



**Рисунок 1 - Структурно-лінгвістична схема (СЛС) "Пріоритети забезпечення кібербезпеки України та стратегічні цілі"**

Згідно [2, Ст.8, п.2], "віднесення об'єктів до критичної інфраструктури здійснюється за сукупністю критеріїв, що визначають їх соціальну, політичну, економічну, екологічну значущість для забезпечення оборони країни, безпеки громадян, суспільства, держави і правопорядку, зокрема для реалізації життєво важливих функцій та надання життєво важливих послуг, свідчать про існування загроз для них, можливість виникнення кризових ситуацій через несанкціоноване втручання в їх функціонування, припинення функціонування, людський чинник чи природні лиха, тривалість робіт для усунення таких наслідків до повного відновлення штатного режиму". Наведена деталізація належності критеріїв до ОКІ, згідно [2. Ст.8, п.3] (рис. 2).



Критерії (Кр) віднесення об'єктів до критичної інфраструктури (КІ) (згідно [2, Ст.8, п.3]):		
Кр.1. Виконання функцій із забезпечення життєво важливих національних інтересів	Кр.2. Існування викликів і загроз, що можуть виникати щодо об'єктів КІ	Кр.3. ймовірність завдання значної шкоди умовам життєдіяльності населення:
Кр.4. Уразливості значній шкоди здоров'ю, соціальній сфері, державному суверенітету, економіці, природним ресурсам загальнодержавного та місцевого значення		
Кр.5. Масштабність негативних наслідків для держави, які впливають на діяльність стратегічно важливих об'єктів життєзабезпечення чи призводять до втрати унікальних національно значущих активів, систем і ресурсів, матимуть тривалі наслідки для держави та інших секторів		
Кр.6. Тривалість ліквідації негативних наслідків для держави та дія подальшого негативного впливу на інші сектори держави		
Кр.7. Впливу на функціонування суміжних секторів КІ		

**Рисунок 2 - СЛС "Критерії віднесення об'єктів до критичної інфраструктури (КІ)"**

Нажаль, критеріям властивий ймовірнісний характер, що заважає вибору оптимального варіанту захисту ОКІ, залежного від багатопрофільних аспектів експлуатації, включаючи і нечітку передбачуваність (невизначеність) довкілля. Тому зазвичай прийнято оцінювати безпеку будь-якого об'єкту з позиції його штатної експлуатаційної надійності, безвідмовності, довговічності та інших площин експлуатаційної технологічності, в основі яких, як правило, закладені конкретні багатоцільові метрологічні методики дослідження, більшість з яких задекларовані державними або галузевими стандартами, наприклад, як в [4. стр.176, 5. стр.11], включаючи і область менеджменту інформаційної безпеки з аспектами захисту інформації через формування загальних понять і етапів управління. Причому, в межах організації ефективного забезпечення безпеки і непорушності системи захисту критичної інфраструктури (СЗКІ), введені сектори (С) [2, Ст.9, п.3, 4] (табл.1).

Крім того, передбачено чотири режими функціонування СЗКІ: штатний; готовності та запобігання реалізації загроз; реагування на виникнення кризової ситуації; відновлення штатного функціонування [2, Ст.15, п.1].



**Таблиця 1 - СЛС "Сектори КІ, за порушення життєве важливих функцій та/або послуг яких, призводить до негативних наслідків"**

Позначення	Зміст секторів КІ згідно [2, Ст.9, п.3, 4]
<b>C1</b>	Урядування та надання найважливіших адміністративних послуг
<b>C2</b>	Енергозабезпечення (у тому числі постачання теплової енергії)
<b>C3</b>	Водопостачання та водовідведення
<b>C4</b>	Продовольче забезпечення
<b>C5</b>	Охорона здоров'я
<b>C6</b>	Фармацевтична промисловість
<b>C7</b>	Виготовлення вакцин, стале функціонування біолабораторій
<b>C8</b>	Інформаційні послуги
<b>C9</b>	Електронні комунікації
<b>C10</b>	Фінансові послуги
<b>C11</b>	Транспортне забезпечення
<b>C12</b>	Оборона, державна безпека
<b>C13</b>	Правопорядок, здійснення правосуддя, тримання під вартою
<b>C14</b>	Цивільний захист населення та територій, служби порятунку
<b>C15</b>	Космічна діяльність, космічні технології та послуги
<b>C16</b>	Хімічна промисловість
<b>C17</b>	Дослідницька діяльність

У контексті статті, серед основних завдань для операторів (ЗО) КІ (ОпКІ) [2, Ст.21, п.1], акцентуємо увагу на необхідність "захисту інформації про системи управління, зв'язку, фізичну безпеку та кібербезпеку", вказану в ЗО14 (табл.2). Таким чином, реальна безпека КВО як "Сукупності об'єктів критичної інфраструктури" (СОКІ) [2, Ст.1, п.1, поз.9] залежить від штатної працездатності реалізованих систем у вигляді об'єктів кібербезпеки (ОКБ) і кіберзахисту (рис.3) [3, Ст.4, п.1, 2] та критичної інфраструктури (рис. 4) [3, Ст.6, п.1], з відповідним з боку ОпКІ контролем по отриманню, обробці, зберіганню і передачі інформації по виділених сегментах (перешкодам) захисту із задекларованою їх експлуатаційною надійністю в умовах апріорної неоднозначності поведінки доквілля.

**Таблиця 2 - СЛС "Основні завдання операторів КІ України"**

Позначення	Зміст ЗО згідно [2, Ст.21, п.1]
<b>ЗО1</b>	Забезпечення захисту ОКІ, зокрема створення, налагодження та підтримання функціонування ефективної системи фізичної безпеки, безпеки операційних систем та кібербезпеки
<b>ЗО2</b>	Розроблення, оновлення та забезпечення виконання об'єктових планів заходів щодо забезпечення безпеки і стійкості критичної інфраструктури,



Позначення	Зміст ЗО згідно [2, Ст.21, п.1]
	правил управління ризиками безпеки, планів локалізації та ліквідації наслідків аварій, а також заходів кіберзахисту
303	Проведення оцінки ризиків на об'єктах критичної інфраструктури та обмін інформацією про ризики та загрози з іншими суб'єктами національної системи захисту критичної інфраструктури, а також створення умов для належного виконання правоохоронними, розвідувальними та контррозвідувальними органами своїх завдань щодо захисту критичної інфраструктури
304	Створення окремого структурного підрозділу або визначення відповідальної особи за організацію захисту критичної інфраструктури та забезпечення постійного зв'язку з відповідними суб'єктами національної системи захисту критичної інфраструктури
305	Оперативне реагування на протиправні дії, фізичні атаки, спрямовані на відключення або пошкодження роботи операційних систем чи систем забезпечення фізичної безпеки об'єкта критичної інфраструктури
306	Організація заходів з реагування на інциденти, кризові ситуації, а також ліквідації їх наслідків на ОКІ у взаємодії з іншими суб'єктами національної системи захисту критичної інфраструктури (СЗКІ)
307	Забезпечення відновлення функціонування ОКІ в разі виникнення аварій та інших небезпечних подій, вчинення протиправних дій
308	Участь у заходах із захисту повітряного простору над визначеними об'єктами критичної інфраструктури
309	Інформування органів у сфері захисту КІ про загрози та ризики диверсій, терористичних актів, актів КТ, надзвичайних ситуацій або інших подій, які небезпечні на державних об'єктах
3010	Забезпечення постійного зв'язку з відповідальними за реагування на протиправні дії та з іншими компетентними організаціями та установами
3011	Забезпечення постійної взаємодії з підприємствами: централізоване водопостачання, постачання теплової енергії, енергопостачання, функціонування електронних комунікаційних мереж, транспортне обслуговування, медичну допомогу, безпеку та інші послуги, від яких залежить процес реагування на кризові ситуації та відновлення функціонування ОКІ
3012	Створення і використання необхідних резервів фінансових та матеріальних ресурсів для реагування на кризові ситуації та ліквідації їх наслідків
3013	Проведення навчань та тренінгів, підготовка та перевірка персоналу, який відповідає за охорону, безпеку та захист ОКІ
3014	Захист інформації про системи управління, зв'язку, фізичну безпеку та КБ, забезпечення відповідно до встановлених законодавством вимог конфіденційності інформації під час оброблення даних про ОКІ
3015	Забезпечення захисту персоналу ОКІ, організація та здійснення евакуаційних заходів у разі виникнення надзвичайних ситуацій



ОБ'ЄКТИ КІБЕРБЕЗПЕКИ ТА КІБЕРЗАХИСТУ згідно [3, Ст.4, п.1, 2]	
КІБЕРБЕЗПЕКА (КБ)	
КІБЕРЗАХИСТ (КЗ)	
<b>КБ1</b>	Конституційні права і свободи людини і громадянина;
<b>КБ2</b>	Суспільство, сталий розвиток інформаційного суспільства та цифрового комунікативного
<b>КБ3</b>	Держава, її конституційний лад, суверенітет, територіальна цілісність і недоторканність;
<b>КБ4</b>	Національні інтереси в усіх сферах життєдіяльності особи, суспільства та держави;
<b>КБ5</b>	Об'єкти критичної інфраструктури.
<b>КЗ1</b>	Комунікаційні системи всіх форм державної власності, в яких обробляються національні інформаційні ресурси та/або які використовуються в інтересах органів державної влади, органів місцевого самоврядування, правоохоронних органів та військових формувань, утворених відповідно до закону
<b>КЗ2</b>	Об'єкти критичної інформаційної інфраструктури;
<b>КЗ3</b>	Комунікаційні системи, які використовуються для задоволення суспільних потреб та/або реалізації правовідносин у сферах електронного урядування, електронних державних послуг, електронної комерції, електронного документообігу.

Рисунок 3 - СЛС "Об'єкти кібербезпеки та кіберзахисту"

## 2.2. Мета та завдання роботи

Метою роботи є оцінка (розгляд) структурно-лінгвістичних та структурно-функціональних схем (СЛС і СФС) як базових, з метою побудови пізнавальної моделі безпеки критичної інфраструктури, її наступної реалізації і вивчення ефективності штатної секторальної життєдіяльності СОКІ залежно від безперервних розвідувальних (і не лише ворожих) вторгнень в зону кіберпростору, що захищається. Завданням дослідження є методологія побудови пізнавальної інтегральної моделі безпеки СОКІ на основі структурно-лінгвістичних представлень згідно сучасного юридично-правового рівня України [1-3].



<p align="center"><b>ОБ'ЄКТИ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ</b>  <b>як "СУКУПНОСТІ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ"</b>                      [2, Ст. 1, п.1, поз. 9], до яких можуть бути віднесені підприємства, установи та організації незалежно від форми власності згідно [3, Ст.6, п.1], які:</p>					
<b>КВ01</b>	Проводять діяльність та надають послуги в галузях енергетики, хімічної промисловості, транспорту, інформаційно-комунікаційних технологій, електронних комунікацій, у банківському та фінансовому секторах	<b>КВ02</b>	Надають послуги у сферах життєзабезпечення населення, зокрема у сферах централізованого водопостачання, водовідведення, постачання електричної енергії і газу, виробництва продуктів харчування, сільського господарства, охорони здоров'я	<b>КВ03</b>	Є комунальними, аварійними та рятувальними службами, службами екстреної допомоги населенню
<b>КВ04</b>	Включені до переліку підприємств, що мають стратегічне значення для економіки і безпеки держави	<b>КВ05</b>	Об'єктами потенційно небезпечних технологій і виробництв		

**Рисунок 4 - СЛС "Сукупність об'єктів критичної інфраструктури"**

### 2.3. Аспекти побудови системи захисту та безпеки сукупності об'єктів критичної інфраструктури

Завдяки задекларованій нормативно-правовій інформації, приведеній вище, послідовно реалізуємо згідно СЛС (рис.1 – 4, табл.1,2) сегментарну побудову системи захисту та безпеки об'єктів критичної інфраструктури (СЗБОКІ), в якій передбачені підсистеми забезпечення фізичної безпеки (ПсФБ) та кібербезпеки (ПсКБ), і система управління та зв'язку за наявності підсистеми підтримки прийняття рішень (ПсППР). Відповідно до методології побудови



пізнавальної моделі КВО з СЗБОКІ також доцільне введення підсистеми розпізнавання (ПсР): кіберзлочину, кібершпигунства, кібертероризма та інших кіберінцидентів, тобто подій "або ряд несприятливих подій ненавмисного характеру (природного, технічного, технологічного, помилкового, у тому числі внаслідок дії людського чинника) та/або таких, що мають ознаки можливої (потенційної) кібератаки, які становлять загрозу безпеці систем електронних комунікацій, систем управління технологічними процесами, створюють імовірність порушення штатного режиму функціонування таких систем (у тому числі зриву та/або блокування роботи системи, та/або несанкціонованого управління її ресурсами), ставлять під загрозу безпеку (захищеність) електронних інформаційних ресурсів" [3.ст.1, п.3].

Останнє свідчить про багатофакторний характер безпеки кіберпростору (тобто середовища – "(віртуальний простір), яку надає можливості для здійснення комунікацій та/або реалізації суспільних відносин, утворене в результаті функціонування сумісних (з'єднаних) комунікаційних систем та забезпечення електронних комунікацій з використанням мережі Інтернет та/або інших глобальних мереж передачі даних" [3.ст.1, п.11]), де прояв різних критерійних імовірнісних аспектів кіберзагроз істотно впливає на кінцевий вердикт людини, що приймає рішення. В такому разі "кіберзагроза – наявні та потенційно можливі явища і чинники, що створюють небезпеку життєво важливим національним інтересам України у кіберпросторі, справляють негативний вплив на стан кібербезпеки держави, кібербезпеку та кіберзахист її об'єктів" [3.ст.1, п.6]).

Проте, незалежно від того, що з прийняттям нормативних документів України [1-3] фактично знівелювала нев'язка в термінологічному сприйнятті використовуваних термінів, тлумачення понять «кібербезпека» і «кіберзахист» вимагає уточнення, оскільки існує деяка відмінність між поняттями «безпека» і «захист». Зокрема, інформаційна безпека – це стан захищеності інформаційного середовища, а захист інформації – є діяльність по запобіганню просочуванню інформації, що захищається, у вигляді несанкціонованих і неумисних дій на інформацію, що захищається, тобто процес, спрямований на досягнення цього стану. Тому безпосереднє поняття захищеності об'єкту вказує на його (об'єкту)



захист від зовнішніх джерел небезпеки, тоді як безпека об'єкту – це внутрішня властивість об'єкту не бути джерелом небезпеки для довкілля [6, 7, с.95].

Очевидно, що СЛС та СФС об'єктів КЗ (ОКЗ) і КБ (ОКБ) можуть мати схожу за побудовою інформаційну схему підтримки прийняття рішень (ІСППР), оскільки відомо, що схема – це своєрідний графічний план, який визначає місце розташування основних компонентів конструкції та їх зв'язок. При цьому, процес вироблення рекомендацій з безпеки КІ лежить у площині прояву загроз, пов'язаних як з людським чинником, так і в площині проявів техногенних аварій, включаючи їх природне походження [8, с. 27]. А управління системою забезпечення захисту інформації критичної інфраструктури (ІКІ), як і у разі управління будь-якою соціально - технічною структурою [9, с.11], також пов'язане зі значними труднощами, спричиненими неповнотою інформації, конфліктами інтересів та цілей, швидкими та численними змінами у різних галузях, включаючи і здійснення інформаційної боротьби за потенційну безпеку КІ. Тому алгоритм прийняття рішень на всіх рівнях ієрархії з управління захистом ІКІ, за аналогами з [10], має відповідати сучасним математичним моделям щодо оптимізації ієрархічних структур.

Отже, основою побудови СЛС та СФС для випадку оцінювання КІ дійсно може бути лінгвістичний опис об'єкта пізнання з відображенням його внутрішніх та зовнішніх причинно-наслідкових зв'язків та врахування існуючих загроз з їхньою імовірнісною гіпотетичною оцінкою. Причому, відмінність СЛС від СФС, головним чином у тому, що перша дозволяє проводити аналіз статичної картини об'єкта пізнання із зазначенням прив'язки (локації) функціональних елементів (ланок). Друга ж, тобто СФС, дозволяє оцінити динамічні можливості об'єкта пізнання, оскільки, крім вказівки локації задіяних елементів і вузлів з них, відображає їхню взаємодію. Завдяки цьому для стохастичних систем, лінгвістичний опис яких у процесі дослідження (пізнання) реалізовано, існує можливість побудови конструктивних моделей з елементами інтелектуальної кіберфізичної системи, що включають інженерно - взаємодіючі мережі фізичних та обчислювальних компонентів, тобто через комп'ютерні мережі і вбудовані контролери забезпечується (автономно або за участю людини) управління фізичними процесами за допомогою реалізації



зворотних зв'язків [11. стор. 34, 12, стр.29].

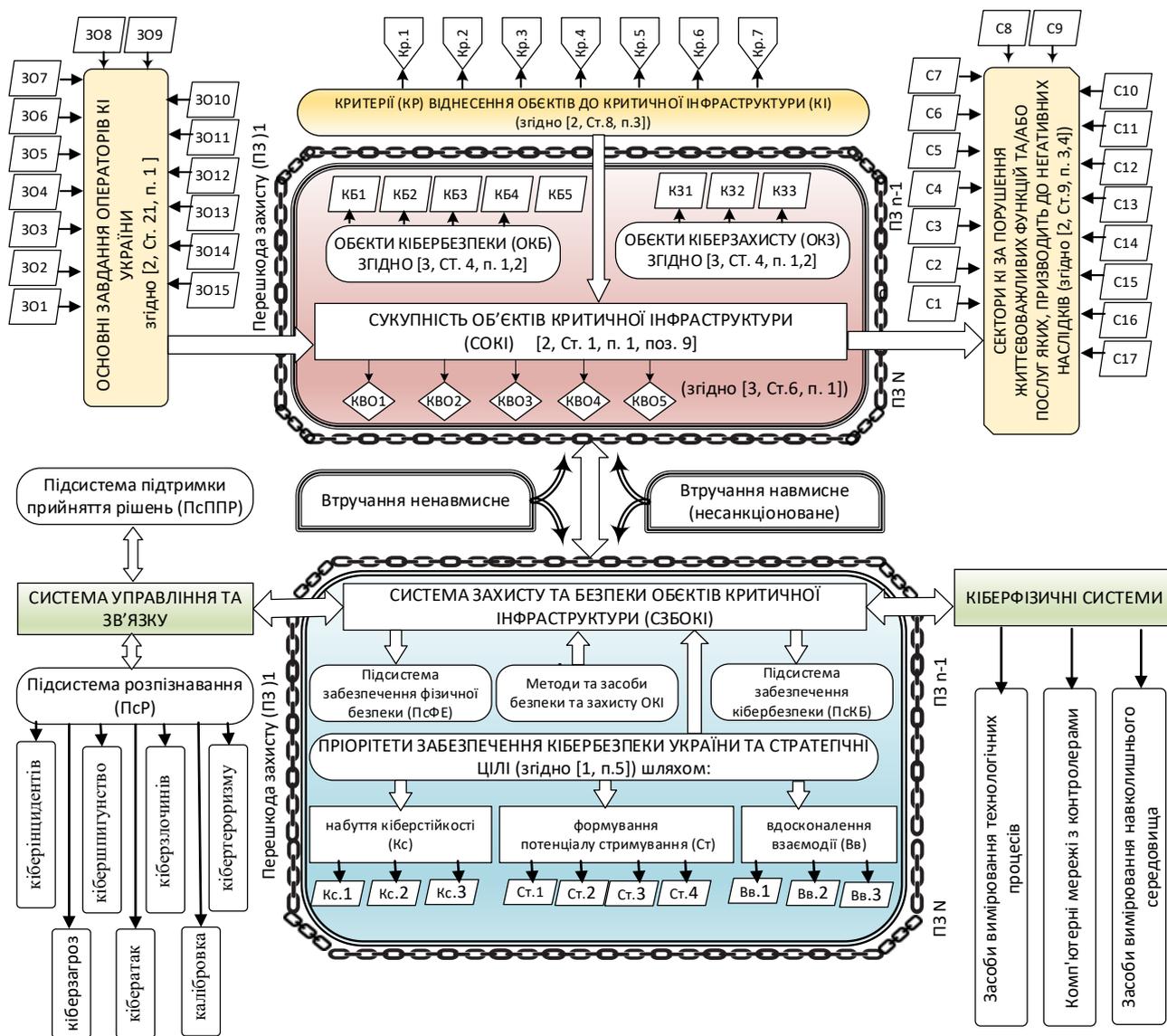
Отже, доцільно застосування ймовірнісне-статистичних методів для оцінки стану безпеки об'єктів КІ в умовах конкретизації ймовірності випадкових недружніх для них впливів (наприклад, у вигляді ймовірності правильного виявлення або у вигляді ймовірності пропуску загрози), а їх конкретне використання може бути обрано після детального аналізу щодо аналізу СЛС та СФС побудови (у нашому випадку стану безпеки) КІ.

Очевидно, що міцність захисту залежить від тактико-технічних даних (ТТД) і тактико-технічних характеристик (ТТХ) перешкоди і вважається прийнятною, якщо вартість очікуваних витрат на її подолання порушником (хакером) перевищує вартість інформації, що захищається при дотриманні затребуваних реальних тимчасових умов з її подолання [13, с. 80-82]. Отже, якісна побудова цілісної системи захисту вже на етапі створення безпосередньої пізнавальної моделі гіпотетичного захисту від можливих інцидентів і кібератак вимагає встановлення тотожності ТТХ та механізмів функціонування об'єкта, що охороняється, до і після будь-яких нештатних (несанкціонованих) впливів на об'єкт. У подальшому аналіз такої ідентифікації (розпізнавання відмінностей до і після) доцільно використовувати при нівелювання проблем незахищеності об'єктів, що охороняються, і оптимізації при їх експлуатації.

З таких позицій в пізнавальній моделі безпеки ОКІ спільно з ПсР кіберзагроз, кіберінцидентів та кібератак необхідно передбачати як режим захисту від потенційно ворожих дій на СОКІ, так і режим представлення інформації у структурованому, систематизованому та закодованому вигляді за допомогою системи управління і зв'язку з СЗБОКІ у вигляді символічних, графічних, візуальних, словесних та інших знаків. А оскільки кількість перешкод захисту залежить від апріорних (заздалегідь очікуваних) атак, то на протипагу кожній з них мають бути передбачені свої схемотехнічні рішення, що забезпечують адекватну реалізацію відповідних перешкод захисту. Більше того, така схема методології побудови системи безпеки та захисту ОКІ (рис.5), має передбачати захист від передбачуваних (очікуваних) видів випадкових впливів, наприклад: у вигляді стихійних відважний та аварій; збоїв та відмов



технічних засобів; навмисних та неусвідомлених помилок персоналу та користувачів, включаючи і руйнівні дії зловмисників, що використовують найширший спектр шляхів обходу та методів доступу до даних у процесі обробки та обміну інформацією.



**Рисунок 5 - Схема методології побудови системи захисту та безпеки об'єктів критичної інфраструктури**

При цьому професійний аналіз апіорних вразливостей, включаючи безпосередньо і саму систему фізичної охорони, адекватно повинний відповідати рівню необхідної (достатньої) безпеки, методики розрахунку ефективності захисних заходів яких дуже різноманітні від рангу (ступеня допуску) інформації, що захищається, і моделі порушника. Отже, правильно



побудована (адекватна реальності) модель СОКІ з його СЗБОКІ, а також модель порушника, в якій відображаються його практичні та теоретичні можливості, апріорні знання, час і місце дії та інші характеристики, є важливою складовою успішного проведення аналізу ризику та визначення вимог до складу та характеристик інтегральної системи захисту.

Проте, навіть в умовах багаторівневої системи перешкод жодна пізнавальна модель не може одночасно виконувати велику кількість завдань "захисного напрямку". Тому доцільно оцінювати ефективність моделі в конкретному обраному аспекті її реалізації [13, с.93]. Зокрема, виявлення несанкціонованих повітряних атак зловмисників до підриву конкретної захисної оболонки об'єкта можливо шляхом реалізації радіолокації ближньої взаємодії (РБВ) [14, с. 66]. При цьому завдання загальної та параметричної ідентифікації розпізнавання потенційного втручання за допомогою дослідження гіпотетичної сигнальної аналогової дії можна звести до кореляційної обробки зондувальних та відбитих сигналів [14, с. 403], наприклад, від дронів, які вторглися у повітряну область КВО, що охороняється. В даному випадку, оптимальність вибору зондувального сигналу залежить, з одного боку, від результату апріорного аналізу його сигнальної функції та відповідного об'ємного тіла невизначеності, а з іншого боку – від вимог забезпечення скритності самого процесу виявлення (дронів) із високою роздільною здатністю за двома параметрами – його дальності та швидкості. Насамкінець зазначимо, що за рахунок схемотехнічної реалізації взаємно-кореляційних пристроїв РБВ, наприклад такого, що використовує шумоподібний безперервний надвисокочастотний (НВЧ) зондувальний сигнал з амплітудною модуляцією у вигляді пачки з  $N$  когерентних імпульсів гаусової форми [14, с. 403], доцільно забезпечувати (при створенні сучасних систем управління) моніторинг кіберпростору, в основі якого і простежується ідеологія кореляційного аналізу вхідної обурюючої дії сигналу (або сигнальної функції), що підпадає під виявлення, виміру та розпізнавання.



## **Висновки**

В роботі показаний взаємозв'язок із законодавчою базою України побудованих структурно-лінгвістичних схем: пріоритетів забезпечення кібербезпеки України та стратегічних цілей, критерієв віднесення об'єктів до критичної інфраструктури, секторів критичної інфраструктури, основних завдань операторів критичної інфраструктури, об'єктів кібербезпеки та кіберзахисту, сукупності об'єктів критичної інфраструктури. Також викладена методологія побудови пізнавальної інтегральної моделі безпеки сукупності об'єктів критичної інфраструктури на основі структурно - лінгвістичних представлень згідно сучасного юридично-правового рівня України, та відображена у вигляді схеми з детальним вказанням напрямків співвідношень між структурними елементами. Запропоновано використання шумоподібного безперервного НВЧ зондувального сигналу з амплітудною модуляцією у вигляді пачки з  $N$  когерентних імпульсів гаусової форми, який забезпечує скритність функціонування РБВ з метою моніторингу кіберпростору та виявлення несанкціонованого втручання в кіберпростір, що охороняється.



**KAPITEL 3 / CHAPTER 3<sup>3</sup>**  
**PROBLEMS OF IMPROVING THE MENTAL HEALTH OF THE  
POPULATION OF UKRAINE AND THE PECULIARITIES OF THEIR  
SOLUTION AT THE CURRENT STAGE**

**DOI: 10.30890/2709-2313.2022-11-01-001**

## **Вступ**

Реформування систем охорони здоров'я в різних країнах відбувалось різними шляхами та в різний час. Все залежало від головних чинників державної політики кожної країни, таких як соціально-економічні умови розвитку країни, достатнє фінансування системи охорони здоров'я (СОЗ), введення обов'язкового/добровільного медичного страхування, які кардинально змінювали та покращували показники стану здоров'я їх населення та матеріально-технічну базу системи охорони здоров'я країни [12, 28, 34]. Багато українських науковців постійно наголошують на тому, що проблема довготривалої реформи СОЗ України пов'язана з тим, що Україні у спадок від УРСР залишилась недієздатна «Семашківська» модель охорони здоров'я [1,13]. Дійсно, якщо взяти будь яку країну, до прикладу: США, Великобританію, Бельгію, Польщу, Угорщину, Іспанію, держави пострадянського простору: Литву, Грузію, Естонію, Латвію то також можна прослідкувати важкий шлях проведення реформи СОЗ, однак, темпи позитивних змін та результати істотно відрізняються від України [29, 30]. Причина не в тому, що успадковано, а в рішучих прагненнях державної політики до реального здобуття кращих змін та надійному фінансуванні СОЗ, а не декларативні, дискусійні, іноді навіть дещо спекулятивні прагнення реформувати СОЗ, яка триває третє десятиліття і створила стійкий стереотип тривалої депресії у медичній галузі України та зневіру у можливості завершення довготривалої реформи СОЗ. Широкомасштабних зрушень у реформі СОЗ до 2017 року не проводилося, лише в окремих секторах, відмічались зміни переважно локального і фрагментального характеру. При цьому постійна підтримка/консультація і прагнення ЄС розпочалась ще у 2001 році, коли за підтримки фонду

<sup>3</sup>*Authors: Chorna V.V., Khliestova S.S., Serebrennikova Oksana Anatolievna, Serheta Ihor Volodimirovich*



«Відродження» були запропоновані конкретні напрямки у реформуванні СОЗ України, а також під егідою Європейською комісією та Світовим банком у 2004-2005 р.р., коли були надані рекомендації Уряду України щодо інструментів запровадження нових/надійних механізмів фінансування СОЗ. Протягом 2002-2009 р.р за підтримки авторитетних міжнародних організацій: Світовим банком, «ЮНІСЕФ», ООН, Європейською комісією запропонована низка міжнародних проектів, які були покладені в основу багатьох нормативних актів, і один із основних – це Концепція розвитку охорони здоров'я населення України (№ 1313/2000 від 07.12.2000 р.), що на даний час потребує доопрацювання/доповнення. В Україні прийнято багато законів, концепцій, програм відносно проведення реформи СОЗ для надання якісної медичної допомоги та покращення психічного, фізичного і соматичного здоров'я населення, проте відсутня належна фінансова підтримка держави відповідно до вимог сьогодення та вимог ЄС [14, 19].

Найсуттєвіший крок у реформуванні СОЗ України стався коли було прийнято Закон України «Про державні фінансові гарантії медичного обслуговування населення» № 2168-VIII за 2017 р. та Постанову Кабінету Міністрів України «Про утворення Національної служби здоров'я України» № 1101-2017-п від 2017 р., які сприяли укладанню договорів з надавачами медичних послуг, розвитку організаційної структури з міжрегіональними департаментами тощо.

Для надання нових/дієвих стратегічних рекомендацій ВООЗ разом зі Світовим банком у 2019 році провів аналіз реформи фінансування системи охорони здоров'я України за 2016-2019 р.р. та запропонував головні напрямки для покращення і продовження реформ в сфері охорони здоров'я: автоматизація надавачів медичних послуг та збільшення ролі місцевих органів самоврядування як власників закладів охорони здоров'я; впровадження стратегічних закупівель медичних послуг; оцінка перетворень на рівні первинної медичної допомоги з використанням електронної системи охорони здоров'я; розробка чітко визначеного гарантованого пакету медичних послуг; реформування стаціонарного сектору з формуванням госпітальних округів в кожній області [4, 5, 20, 27, 28].



Під час пандемії COVID-19 виникла висока чутливість, залежність стану здоров'я людей до стану матеріально-технічної, діагностичної, лікувальної бази медичної сфери і віддзеркалила достатньо критичний стан СОЗ України. Ця ситуація вимагала вироблення єдиної державної політики та суттєвих, нових, рішучих змін у СОЗ України. Реформування охорони здоров'я загалом та, насамперед, охорони психічного здоров'я є невід'ємною частиною у політиці держави у напрямку підвищення рівня добробуту населення, створення належних умов праці, підвищення якості медичних послуг та їх доступності в будь-якому регіоні України, підвищення стимулів для здорового способу життя та постійної профілактичної роботи на зниження зловживання алкоголю, тютюну, наркотичних речовин та інших шкідливих звичок, зниження рівня смертності, загальної захворюваності і соціально небезпечних захворювань, інвалідності та покращення психічного здоров'я, збільшення середньої тривалості життя людини [29, 32, 34].

Головною метою роботи був поглиблений розгляд проблем покращення психічного здоров'я населення України та аналіз особливостей їх вирішення на сучасному етапі. Натомість теоретична і практична значущість дослідження полягає у визначенні основних напрямків інтеграції СОЗ України до СОЗ ЄС з використанням існуючого досвіду у реформуванні системи охорони психічного здоров'я населення держави.

### **3.1. Аналіз нормативно-правової основи охорони психічного здоров'я в Україні в порівнянні з країнами ЄС**

Відповідно до статей 3, 22, 49, 64 Конституції України держава повинна забезпечити правами і свободою, безоплатною медичною допомогою і медичним страхуванням населення. Так, у ст. 3 підкреслюється, що «Людина, її життя і здоров'я, честь і гідність, недоторканність і безпека визначаються в Україні найвищою соціальною цінністю», у ст. 22 встановлено, що конституційні права і свободи гарантуються і не можуть бути скасовані. При прийнятті нових законів або внесенні змін до чинних законів не допускається



звуження змісту та обсягу існуючих прав і свобод», у ст. 49 визначається «Кожен має право на охорону здоров'я, медичну допомогу та медичне страхування. Охорона здоров'я забезпечується державним фінансуванням відповідних соціально-економічних, медико-санітарних і оздоровчо-профілактичних програм.

Держава створює умови для ефективного і доступного для всіх громадян медичного обслуговування. У державних і комунальних ЗОЗ медична допомога безоплатна і, отже, існуюча мережа таких закладів не може бути скорочена, а права і свободи людини і громадянина не можуть бути обмежені в умовах воєнного або надзвичайного стану на зазначений строк дії цих обмежень» [15]. Але за останні роки та сьогодні громадяни України не отримують безоплатну якісну медичну допомогу, яку гарантовано Конституцією України. Витрати «з власних кишень», у % до всіх витрат на охорону здоров'я за 2016 рік складають: у Франції – 9,8%, у США – 11,1%, у Великій Британії – 15,1%, в Україні – 54,3%.

Міжнародним медичним корпусом за підтримки групи Світового банку при опитуванні домогосподарств сплата за фармацевтичні засоби пацієнти, які знаходились на стаціонарному лікуванні «з власної кишені» склала – 90,7 %. За рішенням Конституційного Суду України від 29.05.2002 р., 2008 р., (№20-рп/2008), 2011 р. (20-рп/2001), 2012 р. (№3-рп/2012р.) зазначено, що «безоплатна медична допомога» держави невзможі забезпечити громадян України і залежить від соціально-економічних, фінансових можливостей держави. В країнах ЄС національну парадигму «медичних послуг» змінили ще у ХХ столітті шляхом проведення багатьох реформ: деінституціоналізації (скорочення лікарень, лікарняних ліжок, створення госпітальних округів), введення медичного страхування тощо [28, 29, 35].

Нормативно-правове забезпечення у наданні медичних послуг, особливо у наданні медичних послуг пацієнтам з психічними розладами в Європейських країнах передбачені міжнародними та внутрішньодержавними актами.

У 1948 році Уряди держав членів Ради Європи підписали Конвенцію «Щодо захисту прав людини і основоположних свобод». Конвенцією в статтях 1-5 передбачено: поважати права людини/пацієнта, а особливо ставлення до



пацієнтів з психічними розладами, право на життя, заборону катування людини/пацієнта або нелюдське ставлення, заборону рабства і примусової праці пацієнтів, прав на свободу та особисту недоторканність пацієнтів в будь яких умовах. Це актуально на сьогодні щодо пацієнтів з психічними розладами, які перебувають на стаціонарному лікуванні. За даними Міжнародного медичного корпусу, за підтримкою Світового банку 90 % фінансування направлялось на стаціонарне лікування пацієнтів з психічними розладами в Україні [16, 21].

У зазначеній резолюції ВООЗ, Ради Європи, ЄС, велика турбота приділена питанням зміцнення психічного здоров'я населення планети, яке є актуальною до наших днів, була підписана (Гельсінська декларація 994\_055) главами 35 держав у столиці Фінляндії Гельсінкі, в тому числі і СРСР [6].

Одна із головних, доленосних декларацій для країн Європейського союзу є Гавайська декларація Всесвітньої психіатричної асоціації (1983 р.), в якій акцент обов'язків лікарів психіатрів при лікуванні пацієнтів з психічними розладами націлений на забезпечення довіри пацієнта, забезпечення конфіденційності з боку лікаря, спільний контакт з родичами лікаря, який надає медичну допомогу їх родичу, постійне спілкування/інформування пацієнта та його родичів щодо хвороби, способи лікування та препарати, які назначені, при цьому лікар не повинен порушувати прав пацієнта з психічними розладами і ніколи не проводити досліді будь-якими методами над пацієнтами (дата набрання чинності для України 06.03.2010р.) [2].

У 1989 році відбувся VIII Всесвітній конгрес психіатрів у Афінах, на якому було прийнято основне положення Всесвітньої психіатричної асоціації (ВПА) за останні шість років щодо прав та юридичного захисту пацієнтів з психічними розладами, погоджений Генеральною асамблеєю ВПА та визначений зв'язок з'єднання з новоствореним Економічно-соціальним комітетом (через Комісію ООН людини). Це положення (995\_871) продовжує і доповнює Гавайську декларацію (995\_872), яка відображає основні принципи щодо прав пацієнтів з психічними розладами: особи з психічними розладами мають право на свободу як і інші люди, вони не повинні бути об'єктом дискримінації на підґрунті їх захворювання, повинні бути проінформовані щодо лікування та прав на апеляцію і мають права особисто бути присутнім при слуханні на суді, мати



кваліфікованого опікуна/омбудсмена, мати право на отримання професії, гуманну і достойну медичну допомогу з дотримання бажання пацієнта і встановлення діагнозу згідно з міжнародно прийнятими медичними стандартами. Ці документи були спрямовані на дії, які відбувалися з 70-90 р.р. в СРСР по відношенню до ув'язнень дисидентів у психіатричних лікарнях, за що у 1983 році радянська асоціація психіатрів була виключена із ВПА [22].

Генеральною Асамблеєю ООН у 1992 році була прийнята резолюція 46/119 «Защита лиц с психическими заболеваниями и улучшение психиатрической помощи», в якій зазначено, що: вони мають право на медичну і соціальну допомогу для підтримки здоров'я, на реабілітацію, трудотерапію, на здійснення всіх цивільних, політичних, економічних, соціальних і культурних дій, на адвоката, на життя і працю у громаді, на конфіденційність, за будь якої праці отримувати грошову оплату. В країнах ЄС лікування кожного проводиться індивідуально і обговорюється як з хворим, так і з родичами або опікуном і обов'язково змінюється за відповідної потреби під час лікування, яке направлено на повернення пацієнта в громаду [25, 29].

Фундаментальними міжнародними документами щодо прав пацієнта є Лісабонська декларація ВМА про права пацієнтів (Всесвітня міжнародна асоціація – 1981 р.); Декларація про політику в галузі забезпечення прав пацієнтів в Європі – 1994 р.; «Конвенція про права людини і біомедицину» Ради Європи – 1996 р.; Хартія основних прав ЄС, яка у ст.6 декларує право людини на безпеку і доступ до медичного обслуговування та медичної допомоги для досягнення високого рівня охорони здоров'я; Програма ВООЗ з безпеки пацієнтів (Всесвітнього альянсу за безпеку пацієнтів – 2004 р.); Програма ВООЗ 2008-2009 р.р. щодо боротьби за безпечну медичну допомогу у світі [29].

За ініціативою ВООЗ (2007 р.) на X конференції Європейських національних координаторів щодо охорони психічного здоров'я було розроблено «План спільних дій для підвищення ефективності національних програм реформування систем охорони психічного здоров'я нових незалежних держав» та прийнята нова «Меранська декларація ВООЗ про психічне здоров'я в країнах, що утворилися після розпаду СРСР» для новостворених незалежних



держав: Азербайджану, Грузії, Білорусії, Киргизстану, Молдови, Таджикистану, Туркменістану, Узбекистану, України. Ця декларація закликала пострадянські країни спільно з Європейським регіональним офісом ВООЗ проводити заходи щодо реформування національних систем охорони психічного здоров'я та дотримання головних пріоритетів національної політики: це, в першу чергу, надійне фінансування служби охорони психічного здоров'я для всіх вікових верст населення (діти, дорослі, люди похилого віку), дотримання мультидисциплінарного і біопсихосоціального підходу при лікуванні пацієнтів з психічними розладами, підготовка кадрів на всіх рівнях СОЗ, викорінювання/знищення явища стигматизації в СОЗ, первинну медичну допомогу слід надавати медико-психологічну/соціальну допомогу з початковими ознаками тривожного та депресивного реагування, предикторами емоційного вигорання за місцем постійного проживання задля швидкого повернення особи до суспільства/громади [3].

За даними ВООЗ, майже 300 мільйонів населення світу пережили тяжкі депресії, із них 76-85% не мають доступу до надання медичної, психологічної, соціальної допомоги, але страшніше те, що кожного року від цього близько 800 тис. осіб здійснюють самогубством на нашій планеті, і частіше – це молодь у віці 16-30 років. ВООЗ постійно розробляє комплексні плани дій для кожної країни окремо щодо надання комплексних, соціальних, інтегрованих послуг в громадах особам, які потребують допомоги. Так, на 66-й Всесвітньої Асамблеї (2013 р., Женева) був прийнятий Комплексний план на 2013-2020 р.р. щодо глобальних та національних дій з питань зміцнення психічного благополуччя населення планети, вирішення проблем, які призвели до збільшення захворювань на психічні розлади і стали тягарем кожної держави, а особливо в країнах з низьким рівнем доходу і може досягти третього місця серед захворювань до 2030 року [17, 29].

У «Атласі психічного здоров'я» ВООЗ проводить щорічний аналіз показників, які впливають на здоров'я населення кожної країни та залежать від надійного/адекватного інвестування системи охорони психічного здоров'я. Країни з низьким рівнем доходу витрачають 1% бюджету на охорону здоров'я в порівнянні з країнами з високим рівнем доходу до 5%, на прикладі у США



кожний вкладений долар у лікуванні депресії повертає державі до чотирьох доларів зв'язку з скороченим часом лікування і покращенням здоров'я і поверненням працездатності людини [28, 30].

### **3.2. Ситуація сьогодні щодо реформування системи охорони психічного здоров'я в Україні**

На сьогодні кількість осіб із психічними розладами в Україні досягла 1,2 млн., із них 700 тисяч мають алкогольну залежність, 70 тисяч – наркотичну залежність. Близько 30% населення України впродовж життя страждають на психічні розлади, а за останні роки під час пандемії COVID-19 їх число зросло ще більше [24,33]. За статистичними даними, смертельні випадки через самогубства впродовж трьох останніх років (2019-2021 р.р.) поступово зменшились з 1,07% до 0,85%, але при цьому перевищують показники у Європейських країнах і знаходяться у числі перших 25 країн світу. Водночас показники поширеності розладів психіки та поведінки за період 2011-2018 р.р. збільшились на 4,2% .

З 2000 року в Україні діє Закон «Про психіатричну допомогу» (зі змінами). У ст. 1 цього Закону передбачене надання комплексу спеціальних заходів, спрямованих на обстеження, діагностику, лікування, реабілітацію осіб з психічними розладами. При цьому фінансування на проведення реабілітації не забезпечує заклади. Проте у преамбулі Закону йдеться «Про правові та організаційні засади забезпечення громадян психіатричною допомогою виходячи із пріоритету прав і свобод людини, обов'язки органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування з організації надання психіатричної допомоги та правового і соціального захисту, навчання осіб, які страждають на психічні розлади, здійснення соціального захисту та навчання пацієнтів, які страждають на психічні розлади», що сьогодні не реалізовані в підзаконних актах та на місцевому рівні.

Законом України від 2017 року «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо надання психіатричної допомоги»



передбачені доповнення щодо припинення застосування примусових заходів медичного лікування, системи заходів, спрямованих на отримання професіональних знань та навичок, які необхідні для повноцінного життя у суспільстві та самообслуговування. Законом передбачено належне фінансування для забезпечення якісної психіатричної допомоги населенню, виконання державно-цільових програм в повному обсязі [7, 8, 29].

Політика з охорони психічного здоров'я в Україні протягом часів незалежності переважно носила декларативний характер і кожна наступна концепція проводила аналіз попередньої, а конкретних дій не передбачала: Концепцією на 2006-2010 р.р. Державною цільовою комплексною Програмою розвитку охорони психічного здоров'я, в якій відображенні проблеми, пов'язані з неефективністю психіатричної допомоги пацієнтам з психічними розладами, Концепцією до 2020 року Державної програми охорони психічного здоров'я, в якій було проведено аналіз походження проблем, пов'язаних з неефективністю психіатричної допомоги, та способів вирішення проблем, Концепцією до 2025 року Національною програмою охорони психічного здоров'я в Україні, котра визначила проблеми та труднощі, обґрунтувала програми для ефективної/дієздатної системи охорони психічного здоров'я, яка повинна функціонувати в уніфікованому міжвідомчому просторі, захищати права осіб з психічними розладами. В Концепції до 2030 року «Про схвалення Концепції розвитку охорони психічного здоров'я в Україні на період до 2030 року» передбачено шляхи подолання численних проблем у сфері психічного здоров'я: проведення відповідності національного законодавства у сфері охорони психічного здоров'я, моніторингу прав людини, забезпечення фінансування охорони психічного здоров'я, а особливо вторинну та третинну медичну допомогу, подолання стигматизації, дискримінації, порушень прав психічно хворих, здійснення профілактичних заходів для дітей і підлітків, літніх людей та ветеранів військових дій та проведення деінституціоналізації (скорочення лікарень, ліжок, створення госпітальних округів, мультидисциплінарні команди в кожному регіоні), розроблення типових положень про Центри психічного здоров'я, мобільні бригади, Центру спільного проживання, а не інтернатні заклади, які себе дискримінували, а також питанню надання соціальних і



трудоуслуг реабілітації для пацієнтів з психічними розладами. Нажаль, термін виконання цієї концепції складав 2018-2020 р.р. При цьому всі заходи, які були заплановано в повному обсязі не виконано. У Розпорядженні КМУ «Про затвердження плану заходів на 2021-2023 р.р. з реалізації Концепції розвитку охорони психічного здоров'я в Україні на період до 2030 року» від 06.10.21р. за № 1215-р не враховані ті заходи, які не реалізовані у вказаний термін 2018-2020 р.р., а нові на 2021-2023 р.р. склали із 14 пунктів і відсутній саме головний – фінансування з яких джерел. Це підтверджується у Концептуальній записці 2020 року Експертної комісії Всесвітньою психіатричною асоціацією щодо кризи психічного здоров'я в Україні, що в Україні спостерігається нераціональне/недостатнє фінансування, застаріла структура надання психіатричної допомоги (акцент на стаціонарне лікування, при цьому в країнах ЄС на психосоціальну підтримку) потребує європейської/світової моделі, відсутня або недостатня взаємодія з іншими системами, наприклад, соціальною, освітньою, юридичною, релігійною, з міжнародними та громадськими організаціями тощо. Недостатня робота проводиться в медійній політиці стосовно осіб з психічними або будь-якими іншими порушеннями у стані здоров'я [14, 18, 26, 29, 30].

### **3.3. Шляхи покращення системи охорони психічного здоров'я в Україні з використання іноземного досвіду. Госпітальні округи**

Застаріла «Семашківська» модель надання медичної допомоги СОЗ потребує заміни. Протягом останніх 10 років (2011-2021 р.р) кількість закладів психіатричного профілю різко скоротились – від 85 психіатричних лікарень із загальною кількістю ліжок – 42185 до 58 психіатричних лікарень із загальним ліжковим фондом – 26915, а належного «терапевтичного/цілющого середовища» (за вимогами європейських країн) в закладах, які побудовані у XVIII-XIX столітті не створено.

Найголовнішим кроком у реформі СОЗ слід вважати Концепцію реформи місцевого самоврядування та територіальної організації влади в Україні, яка



відображена у Законах «Про співробітництво територіальних громад» 2014 р. № 34, «Про добровільне об'єднання територіальних громад» 2015 р. № 13. За шість років реформи в Україні було створені 1070 ОТГ.

У 2020 році прийнятий Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо визначення територій та адміністративних центрів територіальних громад» за № 562-IX, який остаточно затвердив 1470 територіальних громад для формування оптимальної мережі закладів первинної ланки, забезпечення доступності та якості медичної допомоги на всіх рівнях, забезпечення належного оснащення, забезпечення кваліфіковано-мотиваційними медичними кадрами, надійне фінансування із різних джерел.

На прикладі Вінницької області із 29 районів залишилось 6, із яких склали 63 територіальних громади з кількістю населення 1545416, які обслуговують 57 ПМСД (центри первинної медико-санітарної допомоги), 39 – вторинного рівня, 32 – третинного рівня (високоспеціалізовані заклади). Реформу потрібно починати з конкретного міста, району, області [9-11, 31].

Для покращення медичної допомоги Урядом України підготовлена постанова «Деякі питання створення госпітальних округів» від 2019 р. за № 1074, яка передбачає створення госпітальних округів для надання якісної, комплексної, безперервної медичної допомоги населенню відповідній території з сучасною матеріально-технічною базою. Події пандемії принесли не тільки негативні наслідки, але й сприяли покращенню матеріально-технічної, лікувальної, діагностичної бази у багатьох лікувальних закладах СОЗ. При створенні госпітальних округів лікарі отримають наступне: автономізацію медичного закладу, фінансову мотивацію за інтенсивність і якість праці, мотивацію професійного вдосконалення, покращення укомплектованості робочих місць, розвиток новітніх технологій, покращення матеріально-технічної бази закладу, що отримає пацієнти: доступність і зручність інтегрованої медичної допомоги, чітке визначення відповідальності, можливість самостійно вибрати лікаря, кращі умови перебування в лікарні, доступність до реабілітаційного та відновного лікування, отримання державних пакетів – «більше здоров'я за ті самі гроші», «маршрут пацієнта» та інше [23, 26].



Ми пропонуємо нову модель надання психолого/психіатричної допомоги на різних рівнях надання якісної медичної допомоги особам з психічними розладами (згідно МК-10, 11: розлади психіки та поведінки (F00-F99) від органічних, соматичних психічних розладів, депресії, тривожні стани, «хронічний синдром на робочому місці, з яким працівник своєчасно не впорався» – це розлади адаптації (F43), вигорання (Z73.0), неврастенія (F48), до неуточненого психічного розладу які повинні отримувати лікування не лише в психіатричних лікарнях, які були побудовані у XVIII-XIX столітті, і в яких після лікування на все життя залишиться ярлик «психічно хворий». Тому ми пропонуємо наступну модель на різних рівнях надання медичної допомоги, ураховуючи взаємодію між рівнями надання медичної допомоги окремими службами з вторинними рівнями надання психіатричної допомоги рис.1.



**Рисунок 1. Схема надання медичної допомоги особам з порушенням психічного здоров'я на різних рівнях системи охорони здоров'я**

*(складено авторами)*

- на базі ПМСД створення центру Психічного здоров'я, як в країнах ЄС як окремої структури (в склад входять психологи, психіатри, соціальні працівники, працівники громади та релігійних конфесій). Особи з психічними розладами на цьому етапі отримують лікування за місцем проживання, при



складних, гострих/кризових станах пацієнти направляються на II ланку для лікування. У разі загострення хронічних захворювань на психічні розлади виїжджають мультидисциплінарні мобільні бригади, які оцінюють стан і направляють хворого в заклад наступного рівня;

- на базі другої ланки (РЦПЗ) – окремі відділення;

- на базі третьої ланки (окремі відділення високоспеціалізованої лікарні, університетські лікарні, в яких є окремі відділення для хворих з психічними розладами, як це є за кордоном). В інтернатних закладах, в яких на даний час перебувають пацієнти з психічними розладами потрібно провести деінституціоналізацію як це було проведено в країнах ЄС з 1990 року [21, 30, 35].

У 2021 році Кабінет Міністрів України прийняв Постанову № 1440 «Деякі питання реалізації програми державних гарантій медичного обслуговування населення 2022 року» та відповідно до Закону України «Про державні фінансові гарантії медичного обслуговування населення» 2017 р. № 2168-VIII [5,24], в яких передбачені незалежно від форм власності медичні послуги (включаючи медичні вироби, лікарські засоби) за кошти Державного бюджету України, пов'язаних з наданням різної допомоги, у вигляді 38 пакетів послуг: екстреної, первинної, вторинної (спеціалізованої), паліативної допомоги, допомоги дітям до 16 років та психіатрична допомога, яка надається мобільними мультидисциплінарними командами, лікування осіб із психічними та поведінковими розладами внаслідок вживання опіоїдів із використанням препаратів замісної підтримувальної терапії.

Для покращення системи психічного здоров'я України ми пропонуємо запровадження та реалізацію наступних заходів:

1. Запровадження чіткої електронної звітності та підвищення рівня інформованості про стан психічного здоров'я населення на всіх рівнях системи охорони здоров'я України, яка передається в новостворений Національний центр психічного здоров'я для моніторингу, розробки заходів та інше;

2. Проведення реструктуризації стаціонарних закладів охорони здоров'я та створення госпітальних округів в обласних центрах, враховуючи як кількість населення, так і можливість доступу до ЗОЗ та широке впровадження



інформаційно-телекомунікаційні консультації між міськими і районними лікарнями.

3. Створення індикаторів ефективності використання бюджетних коштів на різних рівнях державного управління та ЗОЗ на впровадження нових проектів, програм, заходів у покращенні матеріально-технічної, діагностичної та лабораторної бази ЗОЗ для зниження рівня смертності, загальної захворюваності і рівня поширення соціально небезпечних захворювань, інвалідності та покращення психічного здоров'я, збільшення середньої тривалості життя людини;

4. Проведення державно-фінансового аудиту на всіх рівнях СОЗ, проведення періодичної (1 раз на рік) перевірки місцевими органами ефективності використання бюджетних коштів та оцінка особливостей менеджменту ЗОЗ.

5. Оцінка ефективності фінансового управління ЗОЗ, що вимагає від керівників додаткових знань менеджменту, які вони повинні опанувати в сучасному стані та існуючих вимог Європейських країн.

6. Створення «медичного ринку» і подолання спротиву «фармацевтичного лобі» щодо лікування пацієнтів з психічними розладами.

7. Створення різних форм надання медичних послуг щодо психічних розладів: створення на базі ПМСД окремого Центру психічного здоров'я (психіатр, психолог, соціальний працівник, представник громади та релігійних конфесій), окремих відділень на другому рівні СОЗ для знищення явища стигматизації у суспільстві до пацієнтів з психічними захворюваннями.

8. Проведення активної роботи на всіх рівнях СОЗ щодо профілактичних заходів населення України, пропагування здорового способу життя, знищення потягу до зловживання алкоголю, тютюну, наркотичних речовин та інших шкідливих звичок.



## **Висновки і перспективи подальших розробок**

Шлях реформи охорони здоров'я та психічного здоров'я в Україні довгий і важкий, але наполегливий і індивідуальний для нашої держави. Проведення такої реформи вимагає реформи не лише в однієї галузі, але й в багатьох сферах. Впровадження пропозицій, що наведені, дозволить пришвидшити реформи охорони психічного здоров'я.

### **Анотація**

Реформа в галузі охорони здоров'я в Україні в порівнянні з пострадянськими державами триває друге десятиліття. Причина цього у нерішучих діях державної політики, ненадійному фінансуванні системи охорони здоров'я та охорони психічного здоров'я які взаємопов'язані. В Україні на початку реформи відмічались лише переважно декларативні прагнення реформувати системи охорони здоров'я. Дієві зрушення відмічається з 2017 р. у зв'язку з прийнятими нормативно-правовими документів, а саме: Постановою Кабінету Міністрів України «Про утворення Національної служби здоров'я України», Законами України «Про державні фінансові гарантії медичного обслуговування населення», «Про співробітництво територіальних громад» тощо, що сприяє створенню госпітальних округів в кожному регіоні для надання швидкої та якісної медичної допомоги населенню України.

Проведено аналіз нормативно-правової основи охорони психічного здоров'я в Україні в порівнянні з країнами ЄС. Дана оцінка ситуації сьогодення щодо реформування системи охорони психічного здоров'я в Україні. За останні роки захворюваність на психічні розлади у світі збільшується і пандемія COVID-19 негативно вплинуло на психічне здоров'я людей країн світу. На сьогодні з психічними розладами в Україні досягла 1,2 млн., із них 700 тисяч мають алкогольну та 70 тисяч наркотичну залежність, близько 30% населення України впродовж життя страждають на психічні розлади, а за останні роки під час АТО/ООС, пандемії COVID-19 вона зросла ще більше. Запропоновано шляхи/заходи покращення охорони психічного здоров'я. Авторами запропонована нова модель надання медичної допомоги особам з порушенням психічного здоров'я на різних рівнях СОЗ.



**KAPITEL 4 / CHAPTER 4<sup>4</sup>**  
**PSYCHIATRY IN THE XXI CENTURY: CHALLENGES AND DIRECTIONS**  
**OF DEVELOPMENT AND DIRECTIONS OF DEVELOPMENT**

**DOI: 10.30890/2709-2313.2022-11-01-008**

**Введение.**

События первых десятилетий XXI века и, главным образом, опыт работы психиатрических служб в условиях пандемии COVID-19 ставят перед обществом целый ряд фундаментальных вопросов. В числе главных и первоочередных вопросы о том: как будут выглядеть психиатрические службы в ближайшем будущем? Как технический и научный прогресс повлияет на медицинскую практику? Что нужно знать современным психиатрам? и др.

**Цель исследования:** рассмотреть перспективы развития психиатрии в связи с социальными и научными сдвигами, влияющими на профессиональную деятельность клинических врачей в XXI в.

**Результаты и обсуждение.**

Начало XXI века ярко демонстрирует широкое распространение социальных опасностей и болезней, которые обусловлены экономическим и социальным развитием современного общества.

В части диагностики психиатрия достигла таких огромных успехов, которые остальным отраслям медицины в настоящее время просто не доступны. Так, если в начале XX века, специалисты различали только 5 психиатрических заболеваний, то в начале XXI века психиатры «открыли» для себя уже 374 психических заболеваний. Анализ, проведенный в Европе, России и США, показал, что количество психиатрических клиник за два последних десятилетия увеличилось более чем в 3 раза, а количество госпитализаций по психиатрическим показаниям – в 1,5 раза. При этом число амбулаторных посещений пациентов, имеющих психиатрические диагнозы, возросло в 5 раз [10].

Тревожные расстройства, включая паническое расстройство с агорафобией или без нее, генерализованное тревожное расстройство, социальное тревожное

---

<sup>4</sup>*Authors: Akimenko Galina, Fedoseeva Irina Foseivna, Kirina Yulia Yuryevna, Seledtsov Alexander Mikhailovich*



расстройство, специфические фобии и тревожное расстройство разлуки, являются наиболее распространенными психическими расстройствами и связаны с огромными затратами на здравоохранение и высоким бременем заболеваний. Согласно крупным популяционным опросам, до 33,7% населения страдают тревожным расстройством в течение своей жизни. Было продемонстрировано существенное недопонимание и недостаточное лечение этих расстройств. Нет никаких доказательств того, что показатели распространенности тревожных расстройств изменились за последние годы. При межкультурных сравнениях показатели распространенности сильно варьируются. Более вероятно, что эта неоднородность связана с различиями в методологии, чем с культурными влияниями. Тревожные расстройства протекают хронически, однако с возрастом наблюдается естественное снижение показателей распространенности. Тревожные расстройства сильно коморбидны с другими тревожными расстройствами и другими психическими расстройствами.

Пандемия оказала негативное воздействие на психическое здоровье людей во всем мире. Подобно прошлым респираторным вирусным эпидемиям, таким как ТОРС и эпидемии гриппа, COVID-19 вызвал симптомы тревоги, депрессии и посттравматического стрессового расстройства у различных групп населения, включая медицинских работников, а также пациентов и лиц, находящихся на карантине. Неврологические нарушения возникают примерно у 36,4 % пациентов с COVID-19 [8]. И так как, коронавирус способен повреждать центральную нервную систему, психические и невротические расстройства могут переходить в хроническую стадию.

Исследование, опубликованное в Международном медицинском журнале [7], предполагает, что последствия для нашего психического здоровья, в том числе риск возникновения суицидальных мыслей, останутся с нами на продолжительное время даже после окончания пандемии. В связи с этим рекомендуется проводить глобальную работу, а именно традиционные кампании и кампании в социальных сетях, направленные на укрепление психического здоровья и снижение уровня стресса у населения.

Пожилые пациенты также могут испытывать обострение хронических



соматических, неврологических и психических заболеваний. Это связано со сменой привычного положения вещей: необходимостью изоляции, госпитализации, а также с интоксикацией и гипоксией, вызванных инфекцией. Помимо этого у пожилых пациентов можно ожидать развитие эмоциональных и интеллектуальных расстройств, нарушение сна и различные психотические состояния.

Исследование американских ученых, опубликованное в *The Journal of Gerontology* [8], оценило, насколько ухудшается состояние пожилых пациентов с COVID-19, вынужденных изолировать себя от прямых контактов с родственниками. Ученые пришли к выводу, что сохранение и поддержание прочных родственных связей оказывает большое влияние на стабилизацию психического состояния пожилых людей. Пандемия дала ученым возможность проследить изменения психики у людей старшего возраста, связанные с вынужденной изоляцией, и начать работу над алгоритмом лечебных мероприятий. Исследования, направленные на выработку профилактических мер для предотвращения депрессивных расстройств у пожилых людей, продолжаются.

Согласно последним международным исследованиям, ситуация, связанная с COVID-19, нарушила оказание критически важной помощи при различных психических расстройствах в 93% стран мира. Несмотря на то, что в данных условиях спрос на медицинскую помощь при расстройствах психического здоровья возрос более чем в 3,5 раза. Данные из 130 стран показывают первые разрушительные последствия влияния коронавируса COVID-19 на возможность получения качественной помощи в области психического здоровья. Такая ситуация даёт опасения того, что психические изменения и расстройства при коронавирусе могут сохраниться в долгосрочной перспективе. Одна из причин, по которой специалисты обеспокоены вероятностью долгосрочного воздействия ситуации, связанной с коронавирусом, это существующие данные по предыдущим пандемиям и национальным чрезвычайным ситуациям. В этой связи ВОЗ опубликовала рекомендации по увеличению финансирования помощи людям с проблемами психики и поиску новых форм оказания медицинской помощи [7].



В сложившихся неблагоприятных условиях было доказано, что программы мониторинга и вмешательства при стрессах, депрессии и тревоге по телефону и через Интернет являются жизнеспособными и эффективными [4, 5]. Лечение психических расстройств, основанное на измерениях, будет интенсивно развиваться и в дальнейшем, так как даже хронически больные психиатрические пациенты все чаще используют компьютерные инструменты для оценки своего клинического статуса перед визитом в клинику [6].

Специалисты - консультанты могут помочь каждому практикующему врачу, живущему в отдаленных районах, диагностировать и лечить местных пациентов. Используя телемедицину, психиатры уже помогают сельским врачам первичной медико-санитарной помощи лечить психические расстройства [9].

Интернет позволяет взаимодействию пациентов с медицинскими работниками становиться все более асинхронными. Сложное вербальное и невербальное общение может осуществляться в HD-формате в «Любое удобное для Вас время и - независимо - для Меня». Врач из удаленной местности оставляет сообщение / вопрос или отправляет (зашифрованный конфиденциально) видеоклип с пациентом, и специалист отвечает на него, когда ему это удобно.

Феноменальная скорость, с которой в XXI в. распространяются Интернет, видеоигры, смартфоны и социальные сети, иллюстрирует, насколько современные достижения в этой области могут иметь разрушительные последствия, зачастую совершенно непредвиденные. Специалисты в области психиатрии и программирования уже сегодня работают над тем, чтобы использовать эти наработки в качестве прототипа для разработки учебных курсов по психиатрии и изменить существующие в настоящее время психиатрические представления и практики.

Геномика, протеиномика и эпигенетика. В настоящее время в условиях быстро падающих цен на определение индивидуальных геномов персонализированная медицина могла бы рекомендовать конкретные схемы назначения лекарств, что позволит клиницистам лучше прогнозировать положительный ответ на лечение и конкретные побочные эффекты лекарств.



Chip Medicine может выявить психологическую уязвимость личности человека к определенным расстройствам, темпераменту, склонности к стрессовым реакциям и другим генетически чувствительным характеристикам. Помимо генетического полиморфизма, эпигенетическое профилирование сможет более точно охарактеризовать личную уникальность, возможно, конкурируя с генетикой в формировании развития, психологии и поведения [3].

Нейроиммунология: Понимание того, как цитокины и связанные с ними иммунные функции влияют на опосредованные психопатологией мозговые процессы, будет становиться все более значимым направлением исследования и дальнейшего развития, имеющего уникальное значение при лечении воспалительных и аутоиммунных нейропсихиатрических расстройствах (10, 11).

Продвинутая нейровизуализация и исследования схем мозга. В настоящее время специалисты уже могут виртуально наблюдать за поражением воображения благодаря все более совершенным технологиям визуализации, таким как 3-D и МРТ [1]. Схема мозга в психопатологии является важным фактором, стоящим за новой инициативой NIMH по критериям исследовательской области (RDoC), направленной на углубление точности диагностики за счет интеграции мозга, генетики и поведения [2]. Цели исследования включают: изучение парадигмы стресса и страха [8]; привязанность, сочувствие и интерсубъективность через зеркальные и социальные нейронные системы; и нейробиология травматического развития, например, при пограничном расстройстве личности [9].

Изучение нейробиологических коррелятов. Психологическая терапия может помочь клиницистам лучше интегрировать психологические, межличностные и биологические аспекты в лечение. Следующим шагом в этом направлении может быть подключение двух расположенных рядом устройств визуализации для наблюдения за парами, взаимодействием родителей и детей или сеансами терапии.

Продвинутый искусственный интеллект (ИИ) на основе суперкомпьютеров: Служба национальной безопасности США уже добилась прогресса в технологиях, способных разделить эмоционально сложные



когнитивные и эмоциональные состояния на основе анализа голоса и языка тела в реальном времени [2].. Сложные адаптивные системы, использующие принятие решений экспертными системами на основе нечеткой логики и использующие генетические алгоритмы, которые создают свои собственные нейронные сети, уже демонстрируют новые свойства, такие как: способность генерировать творческие идеи. По мере того, как алгоритмы ИИ становятся все более искусными в различении правдивости от обмана, смешанных эмоциональных состояний и других важных характеристик, общество может ожидать, что персонализированные терапевтические системы ИИ будут точно настроены на индивидуальные профили пациентов.

В XXI веке постоянно совершенствующиеся технологии виртуальной реальности трансформируются в игровые симуляторы, например такие как «Sims». Некоторые из них оказались адептами психотерапии. Рассмотрим, например, дополнительную психотерапию, основанную на играх в виртуальной реальности, противостоящих когнитивным и эмоциональным предубеждениям и искажениям, а также дисфункциональным моделям межличностного общения. Интернет-аватары и виртуальные отношения могут стать лабораториями, в которых пациенты смогут решать проблемы межличностного общения, прежде чем «продемонстрировать их вживую» в реальных коммуникациях.

«Обратное проектирование» мозга может привести к «нейроморфизму», что в конечном итоге приведет к нейропротезированию и даже протезированию разума. Робототехника в настоящее время развивается в направлении обеспечения индивидуально запрограммированной психологической поддержки, которая будет обеспечиваться «роботом-спасателем», по аналогии с домашним животным-спасателем. Объединение Roomba, современных японских технологий и робототехники Массачусетского технологического института с персональным психологом SmartPhone вероятно уже не за горами. И тогда клиницисты-психиатры смогут использовать на практике генерирующих контрперенос компьютерных роботов.

Одним из наиболее важных способов, которыми психология в XXI веке отличается от прошлых десятилетий, является ее акцент на объединении



конфликтующих школ мысли и синтезе полезных решений. Рассмотрим парадигмальный конфликт между концепциями ума и мозга. Строгие биологи (и бихевиористы) считали, что понятие разума было только заполнителем, а не чем-то с объективным существованием. Идея «ума» для бихевиористов и функционалистов была не чем иным, как сложной интернализированной серией схем подкрепления. Когнитивисты считали, что с начала века, однако, психология уделяла больше внимания и значения понятиям менталитета. Примирение пробелов между мозгом и разумом является одной из самых больших проблем, с которыми сталкиваются психология и психиатрия в XXI веке, но решать ее становится проще благодаря сложным методам нейронного сканирования.

Будущие возможности психотерапии. Как упоминалось выше, достижения в области виртуальной реальности и компьютерных «игр» могут помочь пациентам улучшить свои навыки решения психологических проблем и справиться со стрессом и депрессией. Возможно, психотерапия может быть назначена в соответствии с индивидуальными характеристиками нервной системы и обработки информации, возможно, на основе вариантов полиморфизма пациента (и терапевта). Это не слишком надуманно, поскольку было доказано, что генетически опосредованные факторы личности, такие как «межличностная чувствительность» и «эмпатическая способность», предсказывают лучшие результаты психотерапии, независимо от конкретного психиатрического диагноза.

По мере того, как нейробиология и нейропсихология продолжают развиваться, слияние между высокой границей исследований мозга и реальными приложениями для неврологических результатов ускорилось. Отчасти это связано с развитием сложной технологии сканирования мозга, которая может использоваться при выполнении сложных задач. Поскольку оборудование для сканирования мозга становится меньше и мощнее, оно может быть развернуто во многих повседневных ситуациях, тем самым увеличивая применимость результатов нейропсихологии. Нейропсихология также добивается прогресса в понимании того, как различные деменции развиваются в возрасте и как эти деменции прогрессируют.



Новые технологические и научные достижения, вероятно, вызовут потребность в новых психиатрических специальностях. Например, клинические «компьютерные специалисты», которые в перспективе будут заниматься всеми видами компьютерной практики, от управления заболеваниями через Интернет до электронных медицинских записей в истории болезни. Психиатры, обученные проектированию игр в виртуальной реальности, могут определять сценарии для оценки и лечения широкого спектра психических расстройств, как уже было продемонстрировано на примере фобий, посттравматического стрессового расстройства и синдрома Аспергера. В разработке находятся методы лечения «необычных личностей».

Новые технологии визуализации потребуют от экспертов администрирования и интерпретации, а также применения все более локализованных вмешательств, включающих глубокую стимуляцию мозга или операцию гамма-ножа, например, при устойчивом к лечению обсессивно-компульсивном расстройстве.

Вместе с тем в обозримом будущем от специалистов в области общей психиатрии по-прежнему будет требоваться овладение всеми классическими клиническими навыками, профессионализм, хорошие коммуникативные навыки и сформированные системные компетенции. Поэтому одной из основных задач учебной программы по психиатрии в ординатуре должна быть задача научить будущего специалиста думать о диагнозе.

Современный ускоряющийся мир может спровоцировать расстройства, связанные с новыми технологиями, например, такими как интернет-зависимость, быстрое и преждевременное устаревание профессии, множественные ролевые деформации и синдромы перегрузки внимания взрослых; психологические деформации, связанные с вирусными инфекциями и др. И это будет требовать адекватного и своевременного ответа специалистов.



## **Выводы.**

Основными ценностями психиатрии - честность, порядочность, сострадательная забота и уважение к пациентам - останутся неизменными и будут цениться в обществе. Современным специалистам предстоит продолжить работу по созданию открытого психотерапевтического пространства с учетом влияния социально-культурных и экономических составляющих общества, совершенно четко признавая их и фокусируясь на них. Это позволит двигаться вперед со скоростью мировых изменений, соблюдая единственную неизменную психотерапевтическую догму – оставаться живыми.



## KAPITEL 5 / CHAPTER 5<sup>5</sup>

# PHYSIOLOGICAL STATUS OF FISH OF KREMENCHUG RESERVOIR IN THE FEEDING PERIODS

DOI: 10.30890/2709-2313.2022-11-01-006

### Introduction

One of the priority areas of research in the field of natural sciences today is to study the ecological status of water bodies of complex and fishery purposes and the biota that inhabits them, including ichthyofauna, under the complex influence of global warming and anthropogenic factors. This is due to the fact that there are already significant changes in the temperature of the aquatic environment of reservoirs of various types, resulting in significant violations of the functional activity of various physiological systems of aquatic organisms, reducing their productive characteristics and growth intensity, etc [13,20].

Over the last decade, there have been changes in the global climate, which have a significant impact on the climatic conditions of the formation of river runoff of Ukraine, causing changes in its surface water resources [1, 12, 13]. The Kremenchuk Reservoir did not avoid problems in this aspect. Based on the analysis of the dynamics of the hydrological regime in the period from 2015 to 2020, it is established that due to the low level of flood waters from the upper Dnipro and rivers flowing into the reservoir, the level regime in it does not meet the requirements of Dnipro reservoirs, and is at the highest level with slight fluctuations throughout the growing season, which is determined by the decision of the Interdepartmental Commission, due to the need to provide drinking water to the population of different regions located in the reservoir area and industrial enterprises, etc.

In addition, modern reservoirs for fishery purposes, including the Kremenchuk Reservoir, are characterized by significant contamination with toxicants of various chemical nature. The main sources of pollution of the Kremenchuk reservoir are industrial and domestic wastewater from Cherkasy. A significant amount of pollutants enters the Kremenchuk Reservoir with tributaries (Ros, Vilshanka, Supoy,

---

<sup>5</sup>*Authors: Khyzhniak Melaniia Ivanivna, Kononenko Ruslan Volodymyrovych, Rudyk-Leuska Nataliia Yaroslavivna, Yevtushenko Mykola Yuriyovych*



Sula), which has a negative impact on the mouths of these rivers and adjacent bays.

According to the State Coinspection of Ukraine, the concentration of toxic substances in rivers that feed the reservoirs of the Dnipro cascade is 30-40 times higher than the maximum allowable levels.

Among the pollutants, the main priority toxic substances in the Kremenchuk Reservoir are heavy metals. Thus, the concentration of zinc, manganese, copper, nickel, cobalt and lead in water exceeded the maximum allowable norms [29]. In particular, in the cascade of Dnipro reservoirs in 1998, 192 cases of high pollution (over 10 MPC) were detected, of which 189 cases - heavy metals [15].

Changing environmental conditions caused by global warming for natural reproduction and rearing of fish requires in-depth monitoring observations aimed at establishing the peculiarities of metabolic processes occurring in the body of different species of mature fish, both seasonally and in different periods of the annual cycle (foraging, wintering, pre-spawning, spawning). The results of these studies can be a starting point for predicting the possible effects of the combined effects of global warming and anthropogenic factors of the aquatic environment on the ichthyofauna of water bodies of different types.

Despite the urgency of this problem, in the literature we have not found relevant information concerning the study of metabolic processes in the body of mature individuals of different species of fish of the Kremenchuk Reservoir in certain periods of the annual cycle under the existing hydrological regime and complex effects of natural and anthropogenic factors.

The literature presents only some information that reflects the indicators of metabolism in the body of certain species of fish of the Kremenchuk reservoir under environmental conditions provided by the Rules of operation of the Dnipro reservoirs [15]. Thus, in the work of O. Malyarevskaya and T.I. Birger (1978) data on the biochemical composition of breeds of bream and roach and its impact on the quality of their eggs and larvae is present [19]. Other studies found the peculiarities of the accumulation of total lipids in the body of some species of fish that inhabit different parts of the Kremenchuk reservoir [18]. A wider range of physiological and biochemical studies in the study of the physiological status of bream and roach of Sulynska Bay and the adjacent part of the Kremenchuk Reservoir were conducted in



spring and autumn 2004-2006, the results of which are presented in a monograph [21]. However, these and some other studies do not fully reflect the peculiarities of the course of metabolism in fish in the modern period with changes in environmental conditions.

With this in mind, the aim of our research was to assess the physiological status of mature fish of the Kremenchuk Reservoir with different types of nutrition in terms of metabolism in the foraging period of the annual cycle under existing environmental conditions recommended by the Interdepartmental Commission and under the anthropogenic factors.

### **Material and methods of research**

Research fishing was carried out in the spring of 2021 in the pre-spawning period and in the autumn of 2021 in the feeding period during monitoring studies of the middle part of the Kremenchug reservoir. White skeletal muscles and liver of mature bream (*Abramis brama*), roach (*Rutilus rutilus*), white bream (*Blicca bjoerkna*), zander (*Sander lucioperca*), european perch (*Perca fluviatilis*), zope (*Ballerus ballerus*) and gibel carp (*Carassius gibelio*), which determined the total content of proteins, lipids and glycogen. The content of total proteins was determined by Lowry [32], the content of total lipids was determined using phosphorovaniline reagent [24]. The glycogen content in bream tissues was determined by the anthrone method [31].

The obtained digital material was subjected to statistical processing according to the program Statistica - 10.0.

### **The results of research**

Shortly after spawning, the post-spawning period takes place, during which reserve substances are restored as a result of intensive post-spawning feeding of fish. During the feeding period, the metabolism in the body of mature fish is aimed at restoring the energy reserves used during spawning for somatic and linear growth, as well as the deposition of total lipids in the body cavity, liver and muscles, the maximum values of which are found in summer. After spawning of fish under optimal environmental conditions, there is a summer feeding period, during which



there is an intensive accumulation of protein in the organs and tissues and growth.

During this period, the main increase in plastic and energy substances occurs in the body of fish. The duration of the feeding period in fish of different ecology and origin is different. During this period there is a protein increase and accumulation of energy reserves, as well as a significant part of the growth of gonads. This period is characterized by the intensive accumulation in the organs and tissues of fish of a significant amount of reserve substances necessary for energy supply of the body's vital processes in winter.

Significant accumulation of muscle fat occurs during the colder periods of the feeding season and occurs in different years, either immediately after spawning or in the second half of the feeding period. However, a high level of fat accumulation in the organs and tissues of fish is observed under optimal environmental conditions that promote intensive nutrition, and the presence in the reservoir in sufficient quantities for this type of quality food. Thus, the most intensive biosynthesis of fat in European carp liver is observed in late July - early August [7].

Higher content of total lipids in the muscle tissue of fish is observed in autumn compared to the spring period, due to the temperature and intensity of fish nutrition [16].

Intensive fat accumulation at lower temperatures is caused by the preparation of the organism for winter conditions during the transition of the organism to the endogenous type of nutrition and ensuring all vital processes.

As the water temperature decreases during the period when the gonads are in the III stage of maturity, the amount of cavity fat continues to decrease, as well as the content of total lipids in the liver and muscles, which are spent on generative metabolism. Therefore, when the water temperature decreases at the end of the feeding period, there is a suspension of plastic metabolism (protein growth) and switching metabolism to intensive fat accumulation [6, 13].

Based on field and experimental research, it was found that the period of autumn feeding of fish was also characterized by a relatively high level of protein metabolism in the body of almost all studied fish species. The highest content of total protein in white skeletal muscle was found in zope and silver bream, in the muscles of which the protein content reached an average of 152 mg / g of raw tissue mass (table 1).



**Table 1 - The content of total protein in the organs and tissues of the studied fish of the Kremenchuk reservoir in the feeding period of the annual cycle of 2021**

**(M ± m, mg / g of raw mass of tissue, n = 5)**

Fish species	Protein	
	Muscles	Liver
Zander	108,37±3,26	80,4±3,94
European perch	143,65±9,85	138,13±7,88
Gibel carp	135,47±5,91	131,13±8,30
Roach	142,61±7,36	132,20±5,74
Bream	145,29±7,36	108,24±8,26
Silver bream	150,32±3,40	113,77±6,95
Zope	154,33±9,06	119,27±7,52

The content of total protein in the muscles of bream, European perch, silver bream and gilber carp was slightly lower and approximately the same, which ranged from 135-145 mg / g of raw weight. The lowest amount of total protein was recorded in zander muscles.

The established level of accumulation of total protein in the muscles of all studies of fish species of the Kremenchuk Reservoir in general corresponds to their species status of the chemical composition of white skeletal muscles in this period.

The obtained results may indicate a high level of protein-synthesizing function of the liver of the studied fish species in ensuring the processes of plastic metabolism and growth of fish, especially in summer. However, it is noteworthy that in all fish species studied, the content of total protein in the liver to varying degrees was slightly lower compared to muscle.

Thus, probably less total protein in the liver compared to muscle was found in zope (29.4%), silver bream (32.1%), bream (34.2%) and zander (34, 8%). Almost the same and high content of total protein in the liver and muscles of perch, gossip and crucian carp may be due to high functional activity of the liver during the summer feeding, which was aimed at ensuring plastic metabolism in the body of these fish and their growth.

It has been suggested that the lower content of total protein in the liver of zope, silver bream, bream and zander compared to muscle may be due to the use of a significant proportion of the hepatic protein precursor oovitelin in the maturation of



sexual products at different stages of trophoplasmic oocyte growth [17].

It is known that the shell of the egg yolk contains both proteins and lipids. It is proved that the proteins of oocyte membranes, as well as other components of membranes, are secreted by egg plasma. Proteins and lipids of the yolk, which are concentrated in its granules, are synthesized and supplied mainly by the liver [22]. Meanwhile, there is a view of the possible biosynthesis of some proteins by the oocytes themselves and the surrounding cells.

Thus, the spectrum of proteins and lipids and their amount in oocytes are largely determined by the course of protein and lipid metabolism in the body, ie its physiological state [3].

The metabolism of the oocyte and liver itself provides the biosynthesis of various spare substances, which are then used by the embryo for its development. Such substances include, above all, glycogen, proteins and lipids [2].

Therefore, during the feeding period in the liver of fish is the biosynthesis of components necessary for the formation of sexual products, as well as their transport to the gonads, where the processes of ovogenesis, ie maturation of germ cells in the female. This period is characterized by the accumulation in oocytes of nutrients necessary for further development of eggs, hatching pre-larvae, larvae growth, and ensuring their high viability. Such nutrients are proteins, lipids, various macro-and micronutrients, enzymes that are necessary for the conversion of egg yolk reserves into embryos. The degree of accumulation in the yolk of the necessary components is of great importance for the development of the embryo, because for the transition to external nutrition, the egg yolk is the only source of substrates and energy for embryo development [23].

In addition, during the period of vitelogenesis and maturation of the gonads, there are changes in the content of total serum protein, the ratio of protein fractions. Based on these and other studies, scientists have concluded that liver function is closely related to the processes of vitelogenesis [11]. On the other hand, it is known that the growth of oocyte vitelogenesis is closely related to liver function, as the bulk of the egg yolk is synthesized by the liver.

The period of trophoplasmic growth of oocytes, during which there is first a gradual and then rapid accumulation of nutrients in developing germ cells, requires



significant energy expenditure from the mother's body. To pass this period all the conditions that maintain the substances at the appropriate level are required, as well as the intensive process of vitelogenesis, in particular, nutrition, temperature and so on. The absence of these conditions leads to a delay in the development of germ cells [10].

In other fish species, it is possible that the processes of generative metabolism during the autumn feeding were in the final stages. It is known that in most fish widows the processes of trophoplasmic growth of oocytes at the stage of vitelogenesis begin in autumn (in October-November). The duration of vitelogenesis in oocytes is related to the spawning characteristics of fish. Thus, in fish with simultaneous spawning (bream, zander, roach, European perch), the processes of vitelogenesis are observed in autumn at lower water temperatures, which then intensify in the pre-spawning period at elevated water temperatures [26].

In fish with portioned spawning (silver bream, gilber carp), the process of vitelogenesis occurs in early spring and continues after the first portion of caviar is hatched.

Therefore, fish enter the period of trophoplasmic growth of oocytes depending on the timing of their spawning. Therefore, different levels of protein use by the liver in the processes of trophoplasmic growth of oocytes in the studied species of fish may be associated with different timing of their spawning, and, accordingly, the beginning of generative metabolism.

It should also be noted that the different content in the organs and tissues of fish total protein can be caused by different effects of environmental conditions on metabolic processes and the presence of food in the aquatic environment. It is assumed that in the autumn feeding period there is a decrease in the intensity of protein metabolism and switching metabolic processes to lipid metabolism [4].

**Lipids.** Lipids are known to play an extremely important role in fish. The physiological importance of lipids is due to the fact that they are quite concentrated, high in calories and the most convenient for storage, as well as a stable and economical source of energy in the body.

A special role belongs to lipids in the energy supply of generative metabolism, in particular during the formation of gametes, as well as in the processes of



embryonic and post-embryonic development of the organism and so on.

In many species of fish during the development of the gonads, the content of lipids in organs and tissues is reduced because the body's fat reserves are consumed during gametogenesis. The degree of reduction of lipids depends on the intensity of gonadal development and the environmental conditions in which the pre-spawning or feeding period occurs [29].

In addition to proteins, lipids, in particular the fraction of phospholipids, play a significant role in the processes of trophoplasmic growth of oocytes, as it is known that the bulk of cell membranes are phospholipids involved in the formation of intracellular membrane cells. Therefore, in the process of maturation of sexual products to the gonads comes not only synthesized by the liver protein oovitelin, but also certain fractions of lipids [17].

The content of lipids in the organs and tissues of fish also has a significant effect on the intensity of spermatogenesis, because the biosynthesis of nucleic acids in sperm is determined by the amount of fat in the body [30].

In the process of ovarian maturation, the liver plays a significant role in fish metabolism. In the early stages of oogenesis in the liver, in addition to proteins, there is an accumulation of lipids mainly in the form of fractions of triacylglycerols and phospholipids. Therefore, with the onset of vitelogenesis, the fat in liver decreases.

Lipids accumulated in organs and tissues, in particular, triacylglycerols are the main reserve energy source, which is involved in ensuring the body's energy expenditure, especially in cases where the body's energy needs are higher than exogenous energy intake [25].

The sequence of use of fat reserves in different species of fish is different. Thus, in fatty fish, liver lipids are primarily used to ensure the processes of generative metabolism. It is proved that the metabolic activity of lipids is the highest in this organ. Mesenteric fat, connective tissue fat, and muscle lipids are used later.

It should be noted that the accumulation of lipids occurs primarily and with the greatest intensity in those organs and tissues that consume it the fastest. It is also known that lipids play an extremely important role in the energy supply of the processes of plastic and generative metabolism and growth of fish, as well as various vital processes of the body, especially in winter.



In many species of fish, metabolism after spawning is accompanied by a restructuring of metabolism towards the accumulation of lipids. The intensity of feeding and the level of fat reserves, which reaches the fish at the end of the feeding period, is determined by the scale of energy expenditure of the body [29].

Studies conducted in autumn during the feeding period showed that the relative content of total lipids in the white skeletal muscles of almost all 7 species of mature fish of the Kremenchuk Reservoir was characterized by a lower level compared to their content in the liver (table 2).

**Table 2 - The content of total lipids in the organs and tissues of the studied fish of the Kremenchuk reservoir in the feeding period of the annual cycle of 2021 (M ± m, mg / g of raw tissue mass, n = 5)**

Fish species	Lipids	
	Muscles	Liver
Zander	65,25±8,71	105,63±6,44
European perch	12,65±1,15	57,62±6,64
Gibel carp	6,26±0,82	62,26±6,24
Roach	12,27±2,23	88,89±9,01
Bream	4,61±0,38	31,09±4,41
Silver bream	12,33±0,52	84,35±3,77
Zope	14,96±1,98	85,79±5,33

Among the studied fish species, the highest content of total lipids in muscles was found in zander, which reached 65 mg / g of raw tissue mass. In the muscles of other fish species, such as zope, roach, silver bream and European perch, the content of total lipids was about 4-5 times lower than its content in the muscles of zander. The lowest content of total lipids was recorded in the muscles of bream and gibel carp.

The content of total lipids in the liver of the studied fish species was much higher. Zander was also characterized by the highest level of accumulation of total lipids in the liver. The content of total lipids in the liver of roach, zope and silver bream was slightly smaller and almost the same (on average by 22%).

No significant differences were found between the content of total lipids in the liver of European perch and gibel carp. However, in the liver of these fish species, the



total lipid content was 75% lower compared to those recorded in the liver of zander. The lowest content of total lipids is found in bream liver.

It is noteworthy that the content of total lipids in the liver of zander, roach, zope, silver bream, gilber carp, European perch and bream exceeded the level of their accumulation in the muscles by 61.8%, while in the liver of roach, gilber carp, European perch and bream - almost 7, 6, 10, 5 and 7 times respectively.

The unequal content of total lipids in the muscles and liver of different species of fish may be due to the presence in the aquatic environment of sufficient food of appropriate quality and environmental conditions, as well as species specificity of metabolism in fish, which determine the level of metabolic processes with lipid-forming function of the liver.

Thus, the data of field and experimental studies indicate that during the autumn foraging period in fish there is an intensification of lipid metabolism, in particular a significant level of lipid-forming function of the liver, which also has a significant accumulation of synthesized lipids necessary for energy metabolism at the stage of trophoplasmic growth of oocytes and vital processes of the organism during the winter.

According to the literature, the most intensive lipid biosynthesis in fish liver (carp) occurs during July-August [8]. The maximum accumulation of lipids in the organs and tissues of fish is observed in late July, early August [19]. The total lipid content in the liver usually increases in parallel with the increase in fat content in the body cavities and in the muscles of the bream, ie during the summer period is mainly the deposition of energy resources of the body.

The intensity of fish feeding and accumulation of lipids in their organs and tissues largely depends on the availability of food. There is a close relationship between fat content and the amount of food in the pond. It is necessary to take into account the physiological state of the fish and the conditions of its consumption of food, its availability, water temperature, gas regime, water level fluctuations, etc. [28].

The intensity of feeding and the level of fat reserves of fish is determined by the scale of energy expenditure. It is well known that lipids, along with proteins, are the structural basis of cell organelles and membranes, as well as nerve fibers, etc., and



determine the direction and order of enzymatic reactions in cells.

The rate of lipid formation in fish liver is largely determined by temperature conditions. As the water temperature decreases, the lipid content in the liver decreases sharply and it is replaced by glycogen, the content of which in warm water reaches 18-20%, and at high temperatures decreases to 2-3% [14,16].

Intensive biosynthesis of fat in the liver in the summer is typical for fast-growing fish that eat wholesome food, and for fish that eat plant-based foods and are characterized by low growth rates. The rate of lipid biosynthesis in fish liver is largely determined by temperature conditions. As the water temperature decreases, the content of total fat in the liver decreases sharply and it is replaced by glycogen, the content of which in warm water in winter reaches 18-20%, and from high temperatures decreases to 2-3%. That is, in the autumn period with a decrease in water temperature there is a change in "fat metabolism" to "carbohydrate" [8, 14, 15]. This process is accompanied by a decrease in the content of total lipids in the liver, which causes an increase in its mass.

At the end of the feeding period, fish usually accumulate the maximum amount of fat and glycogen in the liver and muscles [27]. For example, in autumn, the glycogen content of carp liver was 10 times higher than that of muscle.

**Glycogen.** A significant role in the energy supply of the vital processes of the fish, especially during the winter, belongs to glycogen. During the autumn feeding period, the glycogen content in fish muscles usually increases slightly compared to the spawning period.

Studies have shown different levels of accumulation in the liver and white skeletal muscles of different fish species (Table 3).

Among the studied fish species, the highest content of glycogen was found in the muscles of gibel carp, 2.8 times less - in the muscles of roach, 4 times - in bream, 4.7 times - in zander, 6.7 times – European perch and zope, 10 times less - in silver bream.

The different levels of glycogen in the muscles of different species of fish are obviously largely due to the quantity and quality of fish feed, as well as the body's internal needs for using this energy component in ensuring the vital processes of fish, especially during winter.



**Table 3 - Glycogen content in the organs and tissues of the studied fish of the Kremenchuk reservoir in the feeding period of the annual cycle of 2021 (M ± m, mg / g of raw tissue mass, n = 5)**

Fish species	Glycogen	
	Muscles	Liver
Zander	16,50±1,27	102,47±3,41
European perch	11,52±0,78	80,89±7,73
Gibel carp	78,32±13,03	149,09±12,17
Roach	28,08±2,79	102,62±7,31
Bream	19,51±1,60	84,40±3,69
Silver bream	7,59±0,28	27,50±3,22
Zope	11,67±1,31	47,60±2,68

Significantly higher levels of glycogen accumulation were recorded in the liver compared to the muscles of all fish species studied.

The highest content of glycogen was also found in the liver of gilber carp. Glycogen content was found to be 46% lower in roach and zander liver, 76.5% and 84% less in bream and European perch hepatopancreas, respectively. The content of glycogen in the liver of zope was three times lower and 5.4 times lower in the liver of silver bream, compared with its content in the liver of gibel carp.

It is also noteworthy that the content of glycogen in the liver of all studied fish species significantly exceeded its values established in the muscles. Thus, in the liver of gibel carp glycogen content was almost twice its value in muscle, in roach 3.7 times, in zander - 6.2 times, in bream - 4.3 times, in European perch - 7 times , in zope - 4.7 times, in silver bream - 3.6 times.

The results of research indicate a high level of glycogen-storing function of the liver of various species of fish in the Kremenchuk Reservoir during the autumn feeding period, which is very important for energy supply of fish in the winter and spawning.

The high level of glycogen accumulation in the organs and tissues of fish is largely determined by the presence of food required for intensive biosynthesis in the liver of glycogen in the reservoir.

Thus, at the end of the feeding period in the organs and tissues of mature fish of Kremenchuk Reservoir the maximum level of accumulation of total protein, lipids



and glycogen is registered, which are necessary for energy support of generative synthesis and development of gonads and various vital processes and wintering period.

## **Conclusions**

Studies have shown that under the current environmental conditions (relative to the constant level and water temperature) caused by global warming, in the autumn foraging period, the physiological status of adult fish with different types of food in the Kremenchuk Reservoir was characterized by relatively high metabolic rates. Evidence of this is the significant accumulation of total protein, lipids and glycogen in organs and tissues, including the liver and white skeletal muscles.

Most of the studied fish species (except gibel carp) during the autumn feeding period had a higher content of total protein in the white skeletal muscles compared to the liver. This is due to the fact that the main stage of protein accumulation in fish muscles occurs during the summer feeding period, and in the autumn feeding period there is some inhibition of plastic metabolism and switching to intensive fat accumulation [9].

In addition, the lower content of total protein in the liver of fish during this period can be explained by the fact that with the onset of a new stage of gametogenesis in most fish in the autumn, the precursor protein oovitelin is used. It is used to ensure the processes of generative metabolism to a large extent, in addition to food components. It also participates in the processes of trophoplasmic growth of oocytes and spermatocytes.

During the autumn feeding period, a high level of accumulation of total lipids in the liver of the studied fish species was found, which significantly exceeded the values recorded in the muscles. This is due to the high intensity of lipid-forming function of the liver, aimed at ensuring the processes of energy metabolism at the stage of trophoplasmic growth of oocytes and the vital processes of the organism during the winter.

With a decrease in water temperature in the autumn there is a change in "fat



metabolism" for carbohydrates. In addition to lipids, in the organs and tissues of different species of fish during the autumn feeding found intensive accumulation of glycogen, the high level of accumulation of which is largely determined by the presence in the reservoir of feed required for intensive biosynthesis of glycogen in the liver.

Thus, at the end of the feeding period in the organs and tissues of mature fish of Kremenchuk reservoir the maximum level of accumulation of total protein, lipids and glycogen, which are necessary for energy support of generative synthesis and development of gonads and various vital processes and wintering period had been recorded.

The unequal content in the organs and tissues of different species of fish of total protein, lipids and glycogen in the foraging period is largely due not only to the peculiarities of their metabolic processes, but also due to the presence in the aquatic environment of food and environmental conditions specific to each species of fish.

Thus, small fluctuations in water level and optimal temperature in the autumn feeding of fish with different types of food in the Kremenchuk reservoir were optimal ecological conditions for the development of natural forage and the body's processes of plastic, generative metabolism and energy supply of the body during wintering and spawning.



**KAPITEL 6 / CHAPTER 6<sup>6</sup>**  
**ASSESSMENT OF THE BIOCLIMATIC POTENTIAL OF THE SOUTH  
STEPPE OF UKRAINE ON THE MAIN CROPS ACCORDING TO PAR  
INDICATORS**

**DOI: 10.30890/2709-2313.2022-11-01-011**

## **Вступ**

Фотосинтетична діяльність рослин в посівах служить біологічною основою врожаю сільськогосподарських культур [1-2]. Значною мірою вона залежить від їх забезпеченості рослин елементами мінерального живлення, в першу чергу азотом [3]. Азот - основний елемент, який впливає на процеси, пов'язані з фотосинтезом. Він входить до складу білка, хлорофілу і нуклеїнових кислот. При цьому необхідною умовою перетворення азоту виступає фотосинтез. Дефіцит азоту викликає зменшення кількості хлорофіла і ферментів, які беруть участь в асиміляції і, як наслідок, знижує врожайність. Удобренні рослини краще засвоюють світлову енергію, необхідну для синтезу органічних речовин [4, 5]. Основним механізмом формування урожайності зернових культур є процес транспірації, рушійною силою якого є радіаційний баланс і фотосинтетично активна радіація (ФАР). У всьому інтервалі доступної ґрунтової вологи мінеральні добрива підвищують транспірацію зернових культур і, отже, їх врожайність [6]. Урожай формується за рахунок сонячної енергії і вуглекислого газу, що знаходиться в атмосфері [7]. Тому всі агротехнічні прийоми спрямовані на підвищення ефективності використання сонячної енергії рослинами. Знаючи прихід ФАР за період вегетації, можна поставити завдання щодо формування посівів з найбільшим коефіцієнтом засвоєння ФАР, щоб збільшити потенційну врожайність [4, 8].

Базуючись на методах програмування продуктивності культур М.К. Каюмова [9], була розрахована теоретично можлива врожайність зерна пшениці озимої, забезпечена приходом ФАР [4, 10, 11]. Потенційний урожай (*Убіол*), забезпечений приходом ФАР (при коефіцієнті використання посівами зернових 3%) розраховували за формулою 1:

---

<sup>6</sup>*Authors: Kovalenko Oleh Anatoliiovych*



$$Y_{\text{биол}} = \frac{Q_{\text{ФАР}} \cdot K_{\text{ФАР}} \cdot 104}{10q}, \text{ де} \tag{1}$$

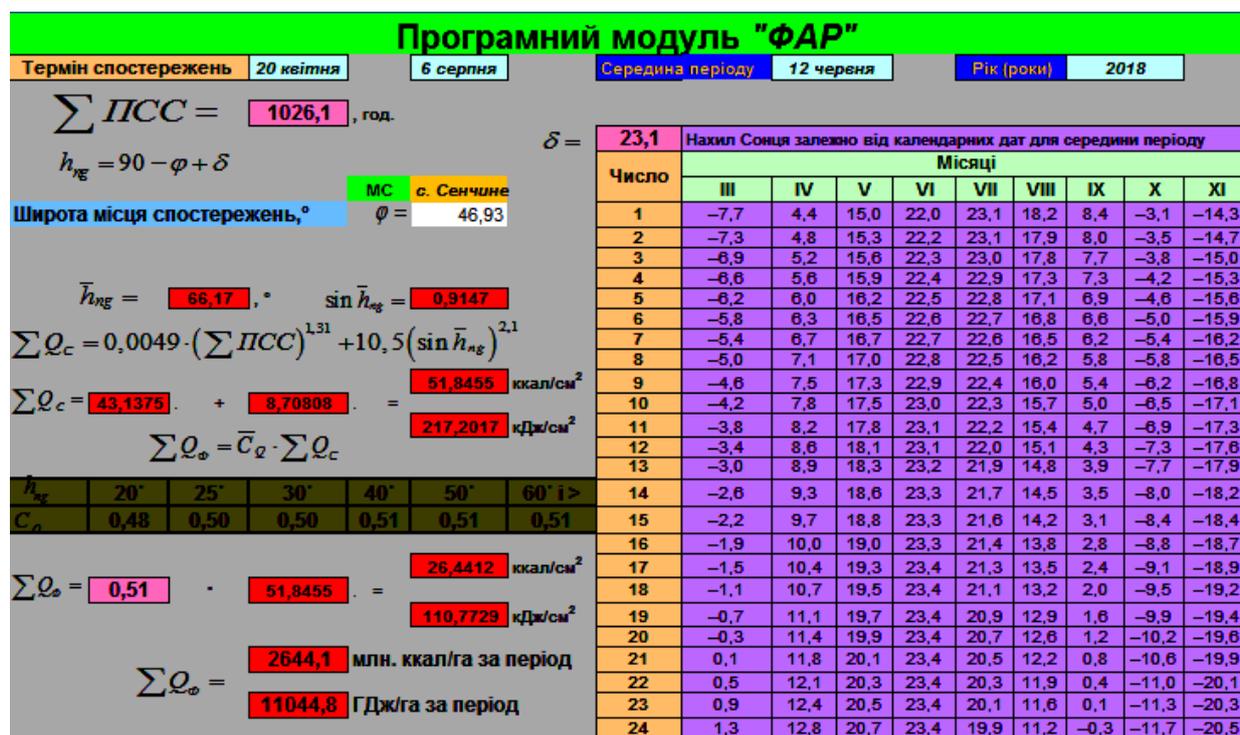
$Y_{\text{биол}}$  – потенційний врожай сухої біомаси, т/га;

$Q_{\text{ФАР}}$  – надходження ФАР за період вегетації культури (від сходів до збирання), кДж/см<sup>2</sup>;

$K_{\text{ФАР}}$  – коефіцієнт використання ФАР посівами, %;

$q$  – калорійність врожаю, кДж/кг.

Розрахунки інтегральної ФАР для різних сільськогосподарських культур за різні проміжки часу їх вегетації проводили за методикою С.В. Коковихіна та його програмного модуля «ФАР» (рис. 1). Розрахунок ФАР по соняшнику в нашому досліді за 2018 рік (Зразок) виходячи з отриманих даних по тривалості сонячного сяйва, мав наступний вигляд.



**Рисунок 1 – Розрахунок ФАР для соняшника по показникам тривалості сонячного сяйва**

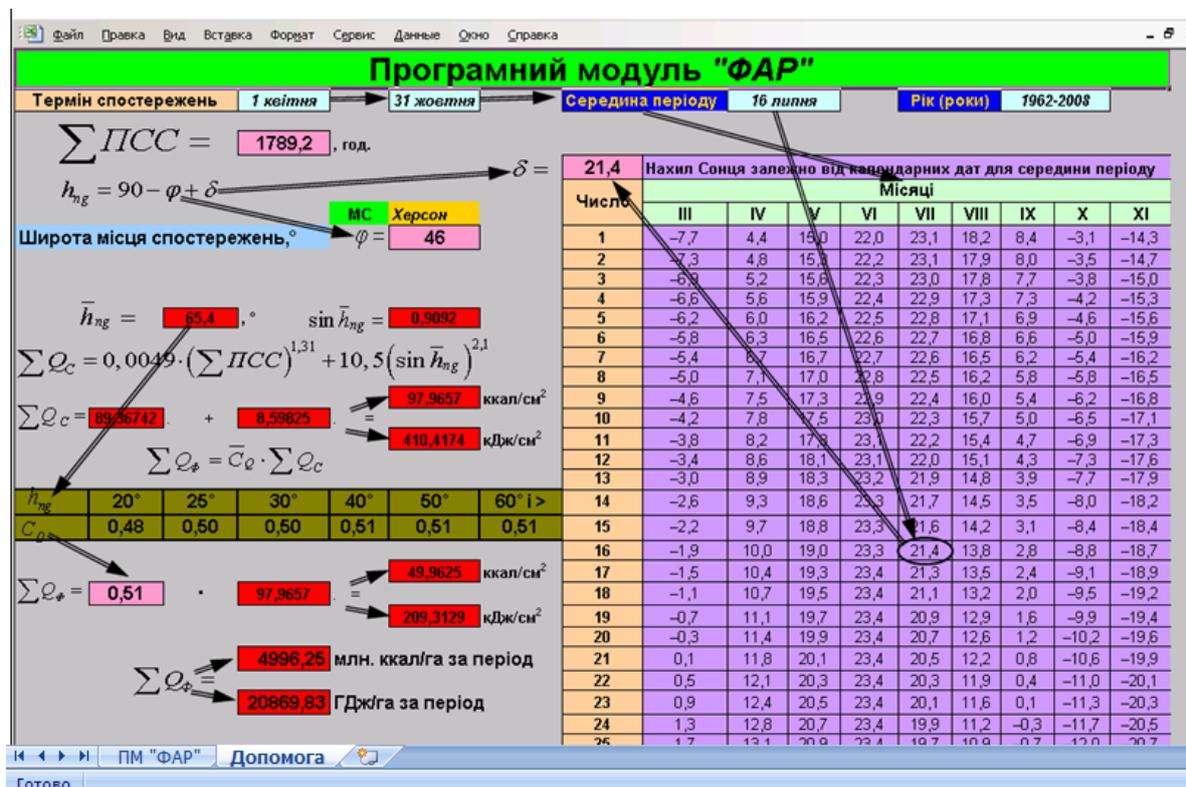
Для встановлення показників фотосинтетично активної радіації використовували розрахункові методи, які дозволяють отримати кінцеві результати за різні періоди при мінімальній кількості вихідних даних – тривалості сонячного сяйва та географічної широти метеорологічної станції. Географічною широтою слугувало місце розташування дослідного поля у селі



Сенчино (46°93) [4].

А отже, показники ФАР за вегетаційний період гібриду соняшника становили 26,4 ккал/см<sup>2</sup> або 110,8 кДж/см<sup>2</sup>.

Сам процес проведення розрахунків, який ми проводили по пшениці озимій, ячменю ярого, гороху та гібридам кукурудзи різних груп стиглості, наведений на рис. 2.



**Рисунок 2 – Процес проведення розрахунків інтегральної ФАР у вікні програми**

Проведення подальших розрахунків відносно рівня забезпечення агрокліматичним потенціалом Півдня України, програмованих, можливих урожайностей на прикладі пшениці озимої, ячменю ярого, гороху та гібридів кукурудзи різних груп стиглості, проводились нами на основі отриманих показників інтегрованих ФАР за методикою С.В. Коковіхіна.

### 6.1. Продуктивність пшениці озимої за біокліматичним потенціалом

За період вегетації пшениці озимої (ТУ = 176 днів) прихід ФАР складає 119,62 кДж/см<sup>2</sup> (Q<sub>ФАР</sub>). Калорійність (q) 1 кг зерна 18631 кДж/кг.



$$Y_{\text{біол}(2\%)} = \frac{119,62 \cdot 2,0 \cdot 104}{10 \cdot 18631} = 12,84 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(2,5\%)} = \frac{119,62 \cdot 2,5 \cdot 104}{10 \cdot 18631} = 16,05 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(3\%)} = \frac{119,62 \cdot 3,0 \cdot 104}{10 \cdot 18631} = 19,26 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(3,5\%)} = \frac{119,62 \cdot 3,5 \cdot 104}{10 \cdot 18631} = 22,47 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(4\%)} = \frac{119,62 \cdot 4,0 \cdot 104}{10 \cdot 18631} = 25,68 \text{ т/га}.$$

Для переводу сухої біомаси на основну продукцію (зерно) використовували коефіцієнт господарської ефективності  $K_{\text{ГОС}} = 0,4$ . Розрахунок можливого врожаю основної абсолютно сухої маси зерна ( $Y_0$ ) виконували за формулою 2:

$$Y_0 = Y_{\text{біол}} \cdot K_{\text{ГОС}} \quad (2)$$

$$Y_{0(2\%)} = 12,84 \cdot 0,4 = 5,14 \text{ т/га}$$

$$Y_{0(2,5\%)} = 16,05 \cdot 0,4 = 6,42 \text{ т/га}$$

$$Y_{0(3\%)} = 19,26 \cdot 0,4 = 7,70 \text{ т/га}$$

$$Y_{0(3,5\%)} = 22,47 \cdot 0,4 = 8,99 \text{ т/га}$$

$$Y_{0(4\%)} = 25,68 \cdot 0,4 = 10,27 \text{ т/га}$$

Урожай зерна озимої пшениці ( $Y_C$ ) при стандартній вологості ( $D = 14\%$ ) знаходили за формулою 3:

$$Y_C = \frac{Y_0 \cdot 100\%}{100\% - B_C} \quad , \quad (3)$$

$$Y_{C(2\%)} = \frac{5,14 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 5,98 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(2,5\%)} = \frac{6,42 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 7,47 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(3\%)} = \frac{7,70 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 8,95 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(3,5\%)} = \frac{8,99 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 10,45 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(4\%)} = \frac{10,27 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 11,94 \text{ т/га}.$$

З розрахунків видно, що прихід фотосинтетичний активній радіації в



південно-західній частині Центрального регіону може забезпечити формування врожайності зерна озимої пшениці на рівні 5,98 т/га.

Можливий рівень врожайності зерна озимої пшениці також залежить від умов вологозабезпечення посівів. За період вегетації озимої пшениці випадає в середньому 302 мм опадів, коефіцієнт використання опадів становить 0,7. Доступна волога для рослин озимої пшениці в метровому шарі ґрунту 160 мм, коефіцієнт водоспоживання дорівнює 450-500. Дійсно можливий урожай (Ув) сухої біомаси за вологозабезпеченості знаходили за формулою 4:

$$Y_{\text{біол}} = \frac{100 \cdot W}{K_{\text{в}}} \quad , \text{ де} \quad (4)$$

$W$  - продуктивна волога для посівів, мм

$K_{\text{в}}$ - коефіцієнт водоспоживання культури (кількість води, витрачено-вамою на формування одиниці сухої біомаси), м<sup>3</sup>/т.

Розрахунок продуктивної води проводили наступним чином за формулою 5:

$$W = W_{\Gamma} + (W_{\text{в}} \cdot K_{\text{во}}) + Q_{\text{р}} - W_{\text{КВ}}, \text{ де} \quad (5)$$

$W_{\Gamma}$  - доступна волога для рослин в метровому шарі ґрунту, мм;

$W_{\text{в}}$  - опади за період вегетації, мм;

$K_{\text{во}}$  - орієнтовний коефіцієнт використання опадів;

$Q_{\text{р}}$  - капілярний підживлення ґрунтовими водами за вегетацію, мм

$W_{\text{КВ}}$  - залишок доступною для рослин води в метровому шарі ґрунту на кінець вегетації, мм ( $0,25 \cdot W_{\Gamma}$ ).

Капілярне підпитування ґрунтовими водами залежить від глибини залягання ґрунтових вод. При заляганні на глибину до 1 м величина додаткового водоспоживання становить 1-2 мм на добу; до 1,5 м - 1,5-1,7 мм; до 2 м - не більше 1 мм на добу. Для пшениці озимої  $Q_{\text{р}}$  дорівнює 175 мм.

$$W = 160 + (302 \cdot 0,7) + 175 - 55 = 491,4 \text{ мм};$$

$$Y_{\text{біол}} = \frac{100 \cdot 491,4}{4500} = 10,92 \text{ т/га (сухої біомаси);}$$

$$Y_{\text{о}} = 10,92 \cdot 0,4 = 4,37 \text{ т/га (сухого зерна);}$$

$$Y_{\text{с}} = \frac{4,37 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 5,08 \text{ т/га (зерна при 14\% вологості).}$$



З огляду на умови регіону по вологозабезпеченості посівів озимої пшениці, можливо отримувати до 5,08 т/га зерна.

У ролі чинника, який би урожай, може виступати теплозабезпеченість. Визначення можливих врожаїв по теплових ресурсів проводили за гідротермічним показником (ГТП), вимірюваній в балах. Його визначали за формулою А.М. Рябчикова (6):

$$ГТП = \frac{W \cdot T_v}{36 \cdot R} \quad , \text{де} \quad (6)$$

$W$  - кількість продуктивної вологи за період вегетації, мм;

$T_v$  - період вегетації культури (декади), для озимої пшениці – 17,6;

$36$  - число декад в році;

$R$  - сумарний радіаційний баланс, кДж/см<sup>2</sup>;

4,19 - коефіцієнт для врахування співвідношення між калоріями і Дж [12, 13, 14].

$$ГТП = \frac{491,4 \cdot 17,6}{36 \cdot 119,62} \cdot 4,19 = 8,42 \text{ балів}$$

ГТП дозволяє враховувати і вологозабезпеченість, і надходження тепла, пов'язаного з радіаційним балансом [15]. Розрахунок кліматично забезпеченого врожаю по ГТП проводили за формулою 7:

$$У_{ГТП} = ((22 \cdot ГТП - 10) \cdot K_{ГОС}) / 10 \quad (7)$$

$$У_0 = ((22 \cdot 8,42 - 10) \cdot 0,4) / 10 = 7,01 \text{ т/га (сухого зерна);}$$

$$У_C = \frac{7,01 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 8,15 \text{ т/га (зерна при 14\% вологості).}$$

Кліматично забезпечена теоретична врожайність зерна озимої пшениці по ресурсам ГТП знаходиться на рівні 8,15 т/га.

Оцінка впливу біокліматичного потенціалу території (БКП) на врожайність культур виражається розрахунковим числом балів БКП для кожної культури. Знаючи окупність урожаєм ( $\beta$ ) одного бала БКП розраховували кліматично забезпечений урожай ( $У_{БКП}$ ) за формулами 8-10.

$$У_{БКП} = БКП \cdot \beta \quad (8)$$

$$БКП = K_{ЗВ} \cdot \frac{\sum t > 10^\circ C}{1000} \quad , \text{де} \quad (9)$$

$K_{ЗВ}$  - коефіцієнт зволоження;



$\Sigma t > 10^{\circ}\text{C}$  - сума температур вище  $10^{\circ}\text{C}$  за вегетацію (дорівнює  $1480^{\circ}\text{C}$ );  
 1000 - сума температур на північному кордоні польового землеробства.

$$K_{ЗВ} = \frac{Tu \cdot W}{10^4 \cdot \Sigma Q} \quad , \text{де} \quad (10)$$

$Tu$  - коефіцієнт прихованої теплоти випаровування, що дорівнює  $2453 \text{ кДж/кг}$ ;

$W$  - кількість продуктивної вологи за період вегетації, мм;

$\Sigma Q \sim$  сумарний прихід ФАР за період вегетації,  $\text{кДж/см}^2$ ;

$$K_{ЗВ} = \frac{2453 \cdot 491,4}{10^4 \cdot 119,62} = 1,01;$$

$$БКП = 1,01 \cdot \frac{1480}{1000} = 1,49.$$

Окупність 1 бала БКП урожаєм зерна пшениці озимої дорівнює  $3,27$  тон (Каюмов, 1982). Кліматично забезпечений урожай зерна пшениці озимої склав:  
 $U_{БКП} = 1,49 \cdot 3,27 = 4,89 \text{ т/га}$  (табл.1).

**Таблиця 1 – Біокліматичний потенціал урожайності зерна пшениці озимої в умовах Півдня України (при КПД ФАР = 2%), т/га**

Культура	$Tv$ , дні	$\Sigma t > 10^{\circ}\text{C}$	$\Sigma Q_{ФАР}$ , $\text{кДж/см}^2$	$U_{ФАР}$ , т/га зерна	БКП, бали	$B$ , т зерна на 1 бал	$U_{БКП}$ , т/га: зерна
Пшениця озима	176	1480	119,62	5,98	1,49	3,27	4,89

Виходячи з наведених розрахунків видно, що з урахуванням біокліматичного потенціалу зони Південного Степу України пшениця озима здатна формувати врожайність зерна на рівні  $4,89 \text{ т/га}$ , хоча потенційний рівень урожайності по приходу ФАР дорівнює  $5,98 \text{ т/га}$ .

## 6.2. Продуктивність ячменю ярого за біокліматичним потенціалом

За період вегетації ячменю ярого ( $TU = 86$  днів) прихід ФАР складає  $79,02 \text{ кДж/см}^2$  ( $Q_{ФАР}$ ). Калорійність ( $q$ )  $1 \text{ кг}$  зерна  $18506 \text{ кДж/кг}$ .



$$Y_{\text{биол}(2,0\%)} = \frac{79,02 \cdot 2,0 \cdot 104}{10 \cdot 18506} = 8,54 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{биол}(2,5\%)} = \frac{79,02 \cdot 2,5 \cdot 104}{10 \cdot 18506} = 10,67 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{биол}(3,0\%)} = \frac{79,02 \cdot 3,0 \cdot 104}{10 \cdot 18506} = 12,81 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{биол}(3,5\%)} = \frac{79,02 \cdot 3,5 \cdot 104}{10 \cdot 18506} = 14,94 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{биол}(4,0\%)} = \frac{79,02 \cdot 4,0 \cdot 104}{10 \cdot 18506} = 17,08 \text{ т/га}.$$

Для переводу сухої біомаси на основну продукцію (зерно) використовували коефіцієнт господарської придатності  $K_{\text{госп}} = 0,43$ . Розрахунок можливого врожаю основної абсолютно сухої маси зерна ( $Y_O$ ) виконували за формулою 2:

$$Y_O = Y_{\text{биол}} \cdot K_{\text{госп}} \quad (2)$$

$$Y_{O(2,0\%)} = 8,54 \cdot 0,43 = 3,67 \text{ т/га};$$

$$Y_{O(2,5\%)} = 10,67 \cdot 0,43 = 4,59 \text{ т/га};$$

$$Y_{O(3,0\%)} = 12,81 \cdot 0,43 = 5,51 \text{ т/га};$$

$$Y_{O(3,5\%)} = 14,94 \cdot 0,43 = 6,42 \text{ т/га};$$

$$Y_{O(4,0\%)} = 17,08 \cdot 0,43 = 7,34 \text{ т/га}.$$

Урожай зерна ячменю ярого ( $Y_C$ ) при стандартній вологості ( $D = 14\%$ ) знаходили за формулою 3:

$$Y_C = \frac{Y_O \cdot 100\%}{100\% - B_C} \quad , \quad (3)$$

$$Y_{C(2,0\%)} = \frac{3,67 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 4,27 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(2,5\%)} = \frac{4,59 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 5,34 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(3,0\%)} = \frac{5,51 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 6,41 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(3,5\%)} = \frac{6,42 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 7,47 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(4,0\%)} = \frac{7,34 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 8,53 \text{ т/га}.$$



З розрахунків видно, що прихід фотосинтетичний активній радіації на Півдні України може забезпечити формування врожайності зерна ячменю ярого на рівні 8,53 т/га.

Можливий рівень врожайності культури також залежить від умов вологозабезпечення посівів. За період вегетації гороху випадає в середньому 170 мм опадів, коефіцієнт використання опадів становить 0,7. Доступна волога для рослин культури в метровому шарі ґрунту 160 мм, коефіцієнт водоспоживання дорівнює 450. Дійсно можливий урожай (Ув) сухої біомаси за вологозабезпеченості знаходили за формулою 4:

$$Y_{\text{біол}} = \frac{100 \cdot W}{K_{\text{в}}} \quad , \text{ де}$$

$W$  - продуктивна волога для посівів, мм

$K_{\text{в}}$ - коефіцієнт водоспоживання культури (кількість вологи, витраченої на формування одиниці сухої біомаси), м<sup>3</sup>/т.

Розрахунок продуктивної вологи проводили наступним чином за формулою 5:

$$W = W_{\Gamma} + (W_{\text{в}} \cdot K_{\text{ВО}}) + Q_{\text{r}} - W_{\text{КВ}}, \text{ де} \quad (5)$$

$W_{\Gamma}$  - доступна волога для рослин в метровому шарі ґрунту, мм;

$W_{\text{в}}$  - опади за період вегетації, мм;

$K_{\text{ВО}}$  - орієнтовний коефіцієнт використання опадів;

$Q_{\text{r}}$  - капілярний підживлення ґрунтовими водами за вегетацію, мм

$W_{\text{КВ}}$  - залишок доступною для рослин вологи в метровому шарі ґрунту на кінець вегетації, мм ( $0,25 \cdot W_{\Gamma}$ ).

Капілярне підпитування ґрунтовими водами залежить від глибини залягання ґрунтових вод. При заляганні на глибину до 1 м величина додаткового водоспоживання становить 1-2 мм на добу; до 1,5 м - 1,5-1,7 мм; до 2 м - не більше 1 мм на добу. Для ячменю ярого  $Q_{\text{r}}$  дорівнює 86 мм.

$$W = 160 + (161 \cdot 0,7) + 86 - 40 = 318,7 \text{ мм};$$

$$Y_{\text{біол}} = \frac{100 \cdot 318,7}{4350} = 7,33 \text{ т/га (сухої біомаси);}$$

$$Y_{\text{О}} = 7,33 \cdot 0,43 = 3,15 \text{ т/га (сухого зерна);}$$

$$Y_{\text{С}} = \frac{3,15 \cdot 100\%}{14} = 3,66 \text{ т/га (зерна при 14\% вологості).}$$



$$100\% - 14\%$$

З огляду на умови регіону по вологозабезпеченості посівів гороху, можливо отримувати до 3,66 т/га зерна без оптимізації коефіцієнта водоспоживання культури.

У ролі чинника, який би забезпечував урожай, може виступати теплозабезпеченість. Визначення можливих врожаїв по теплових ресурсах проводили за гідротермічним показником (ГТП), вимірюваного в балах. Його визначали за формулою А.М. Рябчикова (6):

$$ГТП = \frac{W \cdot T_v}{36 \cdot R} \quad , \text{де} \quad (6)$$

$W$  - кількість продуктивної вологи за період вегетації, мм;

$T_v$  - період вегетації культури (декади), для ячменю ярого – 8,6;

$36$  - число декад в році;

$R$  - сумарний радіаційний баланс, кДж/см<sup>2</sup>;

4,19 - коефіцієнт для врахування співвідношення між калоріями і Дж [16].

$$ГТП = \frac{318,7 \cdot 8,6}{36 \cdot 79,02} \cdot 4,19 = 4,04 \text{ балів}$$

ГТП дозволяє враховувати і вологозабезпеченість, і надходження тепла, пов'язаного з радіаційним балансом. Розрахунок кліматично забезпеченого врожаю по ГТП проводили за формулою 7:

$$У_{ГТП} = ((22 \cdot ГТП - 10) \cdot K_{Гос})/10; \quad (7)$$

$$У_0 = ((22 \cdot 4,04 - 10) \cdot 0,43)/10 = 3,39 \text{ т/га (сухого зерна);}$$

$$У_C = \frac{3,39 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 3,94 \text{ т/га (зерна при 14\% вологості).}$$

Кліматично забезпечена теоретична врожайність зерна ячменю ярого по ресурсам ГТП знаходиться на рівні 3,94 т/га.

Оцінка впливу біокліматичного потенціалу території (БКП) на врожайність культур виражається розрахунковим числом балів БКП для кожної культури. Знаючи окупність урожаєм ( $\beta$ ) одного бала БКП розраховували кліматично забезпечений урожай ( $У_{БКП}$ ) за формулами 8- 10.

$$У_{БКП} = БКП \cdot \beta \quad (8)$$



$$BKП = K_{зв} \cdot \frac{\sum t > 10^{\circ}C}{1000}, \text{ де} \tag{9}$$

$K_{зв}$  - коефіцієнт зволоження;

$\sum t > 10^{\circ}C$  - сума температур вище  $10^{\circ}C$  за вегетацію (дорівнює  $609^{\circ}C$ );

1000 - сума температур на північному кордоні польового землеробства.

$$K_{зв} = \frac{T_u \cdot W}{10^4 \cdot \sum Q}, \text{ де} \tag{10}$$

$T_u$  - коефіцієнт прихованої теплоти випаровування, що дорівнює 2453 кДж/кг;

$W$  - кількість продуктивної вологи за період вегетації, мм;

$\sum Q$  ~ сумарний прихід ФАР за період вегетації, кДж/см<sup>2</sup>;

$$K_{зв} = \frac{2453 \cdot 318,7}{10^4 \cdot 79,02} = 0,99$$

$$BKП = 0,99 \cdot \frac{997}{1000} = 0,987$$

Окупність 1 бала БКП урожаєм зерна ячменю ярого дорівнює 3,74 тон (Каюмов, 1982). Кліматично забезпечений урожай зерна ячменю склав:  $U_{BKП} = 0,987 \cdot 3,74 = 3,69$  т/га (табл. 2).

**Таблиця 2 – Біокліматичний потенціал врожайності зерна ячменю ярого в умовах Півдня України (при КПД ФАР = 2%), т/га**

Культура	$T_v$ , дні	$\sum t > 10^{\circ}C$	$\sum Q_{ФАР}$ , кДж/см <sup>2</sup>	$U_{ФАР}$ , т/га зерна	БКП, бали	$B$ , т зерна на 1 бал	$U_{BKП}$ , т/га: зерна
Ячмінь ярий	86	609	79,02	4,27	0,987	3,74	3,69

Виходячи з наведених розрахунків видно, що з урахуванням біокліматичного потенціалу зони Південного Степу України культура ячменю ярого здатна формувати врожайність зерна на рівні 3,69 т/га, хоча потенційний рівень урожайності по приходу ФАР дорівнює 4,27 т/га.



### 6.3. Продуктивність гороху за біокліматичним потенціалом

За період вегетації гороху ( $T_V = 86$  днів) прихід ФАР складає  $86,33$  кДж/см<sup>2</sup> ( $Q_{ФАР}$ ). Калорійність ( $q$ ) 1 кг зерна  $20570$  кДж/кг.

$$Y_{біол(2,0\%)} = \frac{86,33 \cdot 2,0 \cdot 10^4}{10 \cdot 19720} = 8,76 \text{ т/га};$$

$$Y_{біол(2,5\%)} = \frac{86,33 \cdot 2,5 \cdot 10^4}{10 \cdot 19720} = 10,94 \text{ т/га};$$

$$Y_{біол(3,0\%)} = \frac{86,33 \cdot 3,0 \cdot 10^4}{10 \cdot 19720} = 13,13 \text{ т/га};$$

$$Y_{біол(3,5\%)} = \frac{86,33 \cdot 3,5 \cdot 10^4}{10 \cdot 19720} = 15,32 \text{ т/га};$$

$$Y_{біол(4,0\%)} = \frac{86,33 \cdot 4,0 \cdot 10^4}{10 \cdot 19720} = 17,51 \text{ т/га}.$$

Для переводу сухої біомаси на основну продукцію (насіння гороху) використовували коефіцієнт господарської ефективності  $K_{ГОС} = 0,47$ . Розрахунок можливого врожаю основної абсолютно сухої маси зерна ( $Y_O$ ) виконували за формулою 2:

$$Y_O = Y_{біол} \cdot K_{ГОС} \quad (2)$$

$$Y_{O(2,0\%)} = 8,76 \cdot 0,47 = 4,12 \text{ т/га};$$

$$Y_{O(2,5\%)} = 10,94 \cdot 0,47 = 5,14 \text{ т/га};$$

$$Y_{O(3,0\%)} = 12,59 \cdot 0,47 = 6,17 \text{ т/га};$$

$$Y_{O(3,5\%)} = 15,32 \cdot 0,47 = 7,20 \text{ т/га};$$

$$Y_{O(4,0\%)} = 17,51 \cdot 0,47 = 8,23 \text{ т/га}.$$

Урожай насіння гороху ( $Y_C$ ) при стандартній вологості ( $D = 14\%$ ) знаходили за формулою 3:

$$Y_C = \frac{Y_O \cdot 100\%}{100\% - D} \quad (3)$$

$$Y_{C(2,0\%)} = \frac{4,12 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 4,79 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(2,5\%)} = \frac{5,14 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 5,98 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(3,0\%)} = \frac{6,17 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 7,17 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(3,5\%)} = \frac{7,20 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 8,37 \text{ т/га};$$



$$Y_{C(4,0\%)} = \frac{8,23 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 9,57 \text{ т/га.}$$

З розрахунків видно, що прихід фотосинтетичний активній радіації в на Півдні України може забезпечити формування врожайності насіння гороху на рівні 9,57 т/га.

Можливий рівень врожайності культури також залежить від умов вологозабезпечення посівів. За період вегетації гороху випадає в середньому 170 мм опадів, коефіцієнт використання опадів становить 0,7. Доступна волога для рослин культури в метровому шарі ґрунту 180 мм, коефіцієнт водоспоживання дорівнює 450. Дійсно можливий урожай (Ув) сухої біомаси за вологозабезпеченості знаходили за формулою 4:

$$Y_{\text{біол}} = \frac{100 \cdot W}{K_{\text{в}}} , \text{ де} \quad (4)$$

$W$  - продуктивна волога для посівів, мм

$K_{\text{в}}$ - коефіцієнт водоспоживання культури (кількість води, витраченої на формування одиниці сухої біомаси), м<sup>3</sup>/т.

Розрахунок продуктивної води проводили наступним чином за формулою 5:

$$W = W_{\Gamma} + (W_{\text{в}} \cdot K_{\text{ВО}}) + Qr - W_{\text{КВ}}, \text{ де} \quad (5)$$

$W_{\Gamma}$  - доступна волога для рослин в метровому шарі ґрунту, мм;

$W_{\text{в}}$  - опади за період вегетації, мм;

$K_{\text{ВО}}$  - орієнтовний коефіцієнт використання опадів;

$Qr$  - капілярний підживлення ґрунтовими водами за вегетацію, мм

$W_{\text{КВ}}$  - залишок доступною для рослин води в метровому шарі ґрунту на кінець вегетації, мм ( $0,25 \cdot W_{\Gamma}$ ).

Капілярне підживлення ґрунтовими водами залежить від глибини залягання ґрунтових вод. При заляганні на глибину до 1 м величина додаткового водоспоживання становить 1-2 мм на добу; до 1,5 м - 1,5-1,7 мм; до 2 м - не більше 1 мм на добу. Для гороху  $Qr$  дорівнює 90 мм.

$$W = 180 + (170 \cdot 0,7) + 90 - 55 = 344 \text{ мм;}$$



$$Y_{\text{биол}} = \frac{100 \cdot 344}{4500} = 7,64 \text{ т/га (сухої біомаси);}$$

$$Y_O = 7,64 \cdot 0,47 = 3,59 \text{ т/га (сухого зерна);}$$

$$Y_C = \frac{3,59 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 4,17 \text{ т/га (зерна при 14\% вологості).}$$

З огляду на умови регіону по вологозабезпеченості посівів гороху, можливо отримувати до 4,17 т/га зерна без оптимізації коефіцієнта водоспоживання культури.

У ролі чинника, який би забезпечував урожай, може виступати теплозабезпеченість. Визначення можливих врожаїв по теплових ресурсах проводили за гідротермічним показником (ГТП), вимірюваного в балах. Його визначали за формулою А.М. Рябчикова (6):

$$ГТП = \frac{W \cdot T_v}{36 \cdot R} \quad , \text{ де} \quad (6)$$

$W$  - кількість продуктивної вологи за період вегетації, мм;

$T_v$  - період вегетації культури (декади), для гороху - 9;

36 - число декад в році;

$R$  - сумарний радіаційний баланс, кДж/см<sup>2</sup>;

4,19 - коефіцієнт для врахування співвідношення між калоріями і Дж

$$ГТП = \frac{344 \cdot 9}{36 \cdot 86,33} \cdot 4,19 = 4,17 \text{ балів}$$

ГТП дозволяє враховувати і вологозабезпеченість, і надходження тепла, пов'язаного з радіаційним балансом. Розрахунок кліматично забезпеченого врожаю по ГТП проводили за формулою 7:

$$Y_{ГТП} = ((22 \cdot ГТП - 10) \cdot K_{ГТОС})/10 \quad (7)$$

$$Y_O = ((22 \cdot 4,17 - 10) \cdot 0,47)/10 = 3,84 \text{ т/га (сухого зерна);}$$

$$Y_C = \frac{3,84 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 4,47 \text{ т/га (зерна при 14\% вологості).}$$

Кліматично забезпечена теоретична врожайність зерна гороху по ресурсам ГТП знаходиться на рівні 4,47 т/га.

Оцінка впливу біокліматичного потенціалу території (БКП) на врожайність культур виражається розрахунковим числом балів БКП для кожної культури.



Знаючи окупність урожаєм ( $\beta$ ) одного бала БКП розраховували кліматично забезпечений урожай ( $U_{БКП}$ ) за формулами 8-10.

$$U_{БКП} = БКП \cdot \beta \tag{8}$$

$$БКП = K_{ЗВ} \cdot \frac{\sum t > 10^{\circ}C}{1000}, \text{ де} \tag{9}$$

$K_{ЗВ}$  - коефіцієнт зволоження;

$\sum t > 10^{\circ}C$  - сума температур вище  $10^{\circ}C$  за вегетацію (дорівнює  $879^{\circ}C$ );

1000 - сума температур на північному кордоні польового землеробства.

$$K_{ЗВ} = \frac{T_u \cdot W}{10^4 \cdot \sum Q}, \text{ де} \tag{10}$$

$T_u$  - коефіцієнт прихованої теплоти випаровування, що дорівнює 2453 кДж/кг;

$W$  - кількість продуктивної вологи за період вегетації, мм;

$\sum Q$  ~ сумарний прихід ФАР за період вегетації, кДж/см<sup>2</sup>;

$$K_{ЗВ} = \frac{2453 \cdot 344}{10^4 \cdot 86,33} = 0,98;$$

$$БКП = 0,98 \cdot \frac{879}{1000} = 0,86.$$

Окупність 1 бала БКП урожаєм зерна гороху дорівнює 4,0 тон (Каюмов, 1982). Кліматично забезпечений урожай зерна гороху склав:  $U_{БКП} = 0,86 \cdot 4,07 = 3,50$  т/га (табл. 3).

**Таблиця 3 – Біокліматичний потенціал врожайності зерна гороху в умовах Півдня України (при КПД ФАР = 2%), т/га**

Культура	$T_v$ , дні	$\sum t > 10^{\circ}C$	$\sum Q_{ФАР}$ , кДж/см <sup>2</sup>	$U_{ФАР}$ , т/га зерна	БКП, бали	$B$ , т зерна на 1 бал	$U_{БКП}$ , т/га: зерна
Горох	86	879	86,33	4,79	0,86	4,07	3,50

Виходячи з наведених розрахунків видно, що з урахуванням біокліматичного потенціалу зони Південного Степу України культура гороху здатна формувати врожайність зерна на рівні 3,50 т/га, хоча потенційний рівень урожайності по приходу ФАР дорівнює 4,79 т/га.



## 6.4. Продуктивність гібридів кукурудзи різних груп стиглості за біокліматичним потенціалом

За період вегетації ранньостиглої кукурудзи ДКС 2971 ( $T_{VI} = 103$  дні) прихід ФАР складає  $110,33 \text{ кДж/см}^2$  ( $Q_{ФАР}$ ), за період вегетації середньоранньої кукурудзи ДКС 3472 ( $T_{VI} = 115$  днів) прихід ФАР складає  $124,62 \text{ кДж/см}^2$  ( $Q_{ФАР}$ ), а за період вегетації середньостиглої кукурудзи ДКС 4964 ( $T_{VI} = 124$  дні) прихід ФАР складає  $135,56 \text{ кДж/см}^2$  ( $Q_{ФАР}$ ). Калорійність ( $q$ ) 1 кг зерна становит  $16870 \text{ кДж/кг}$ .

По ранньостиглій кукурудзі:

$$Y_{\text{біол}(1,5\%)} = \frac{110,33 \cdot 1,5 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 9,81 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(2,0\%)} = \frac{110,33 \cdot 2,0 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 13,08 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(2,5\%)} = \frac{110,33 \cdot 2,5 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 16,35 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(3,0\%)} = \frac{110,33 \cdot 3,0 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 19,62 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(3,5\%)} = \frac{110,33 \cdot 3,5 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 22,89 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(4,0\%)} = \frac{110,33 \cdot 4,0 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 26,16 \text{ т/га}.$$

По середньоранній кукурудзі:

$$Y_{\text{біол}(1,5\%)} = \frac{124,62 \cdot 1,5 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 11,08 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(2,0\%)} = \frac{124,62 \cdot 2,0 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 14,77 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(2,5\%)} = \frac{124,62 \cdot 2,5 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 18,47 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(3,0\%)} = \frac{124,62 \cdot 3,0 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 22,16 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(3,5\%)} = \frac{124,62 \cdot 3,5 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 25,85 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(4,0\%)} = \frac{124,62 \cdot 4,0 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 29,55 \text{ т/га}.$$



По середньостиглій кукурудзі:

$$Y_{\text{біол}(1,5\%)} = \frac{135,56 \cdot 1,5 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 12,05 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(2,0\%)} = \frac{135,56 \cdot 2,0 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 16,07 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(2,5\%)} = \frac{135,56 \cdot 2,5 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 20,09 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(3,0\%)} = \frac{135,56 \cdot 3,0 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 24,11 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(3,5\%)} = \frac{135,56 \cdot 3,5 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 28,12 \text{ т/га};$$

$$Y_{\text{біол}(4,0\%)} = \frac{135,56 \cdot 4,0 \cdot 10^4}{10 \cdot 16870} = 32,14 \text{ т/га}.$$

Для переводу сухої біомаси на основну продукцію (зерно) використовували коефіцієнт господарської придатності  $K_{\text{госп}} = 0,40$ . Розрахунок можливого врожаю основної абсолютно сухої маси зерна ( $Y_O$ ) виконували за формулою 2:

$$Y_O = Y_{\text{біол}} \cdot K_{\text{госп}} \quad (2)$$

По ранньостиглій кукурудзі:

$$Y_O (1,5\%) = 9,81 \cdot 0,40 = 3,92 \text{ т/га};$$

$$Y_O (2,0\%) = 13,08 \cdot 0,40 = 5,23 \text{ т/га};$$

$$Y_O (2,5\%) = 16,35 \cdot 0,40 = 6,54 \text{ т/га};$$

$$Y_O (3,0\%) = 19,62 \cdot 0,40 = 7,85 \text{ т/га};$$

$$Y_O (3,5\%) = 22,89 \cdot 0,40 = 9,16 \text{ т/га};$$

$$Y_O (4,0\%) = 26,16 \cdot 0,40 = 10,46 \text{ т/га}.$$

По середньоранній кукурудзі:

$$Y_O (1,5\%) = 11,08 \cdot 0,40 = 4,43 \text{ т/га};$$

$$Y_O (2,0\%) = 14,77 \cdot 0,40 = 5,91 \text{ т/га};$$

$$Y_O (2,5\%) = 18,47 \cdot 0,40 = 7,39 \text{ т/га};$$

$$Y_O (3,0\%) = 22,16 \cdot 0,40 = 8,86 \text{ т/га};$$

$$Y_O (3,5\%) = 25,85 \cdot 0,40 = 10,34 \text{ т/га};$$

$$Y_O (4,0\%) = 29,55 \cdot 0,40 = 11,82 \text{ т/га}.$$

По середньостиглій кукурудзі:



$$Y_{O(1,5\%)} = 12,05 \cdot 0,40 = 4,82 \text{ т/га};$$

$$Y_{O(2,0\%)} = 16,07 \cdot 0,40 = 6,43 \text{ т/га};$$

$$Y_{O(2,5\%)} = 20,09 \cdot 0,40 = 8,04 \text{ т/га};$$

$$Y_{O(3,0\%)} = 24,11 \cdot 0,40 = 9,64 \text{ т/га};$$

$$Y_{O(3,5\%)} = 28,12 \cdot 0,40 = 11,25 \text{ т/га};$$

$$Y_{O(4,0\%)} = 32,14 \cdot 0,40 = 12,86 \text{ т/га}.$$

Урожай зерна кукурудзи ( $Y_C$ ) при стандартній вологості ( $D = 14\%$ ) знаходили за формулою 3:

$$Y_C = \frac{Y_O \cdot 100\%}{100\% - B_C}, \quad (3)$$

По ранньостиглій кукурудзі:

$$Y_{C(1,5\%)} = \frac{3,92 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 4,56 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(2,0\%)} = \frac{5,23 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 6,08 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(2,5\%)} = \frac{6,54 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 7,60 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(3,0\%)} = \frac{7,85 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 9,13 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(3,5\%)} = \frac{9,16 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 10,65 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(4,0\%)} = \frac{10,45 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 12,15 \text{ т/га}.$$

По середньоранній кукурудзі:

$$Y_{C(1,5\%)} = \frac{4,43 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 5,15 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(2,0\%)} = \frac{5,91 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 6,87 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(2,5\%)} = \frac{7,39 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 8,59 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(3,0\%)} = \frac{8,86 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 10,30 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(3,5\%)} = \frac{10,34 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 12,02 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(4,0\%)} = \frac{11,82 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 13,74 \text{ т/га}.$$



По середньостиглій кукурудзі:

$$Y_{C(1,5\%)} = \frac{4,82 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 5,60 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(2,0\%)} = \frac{6,43 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 7,48 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(2,5\%)} = \frac{8,04 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 9,35 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(3,0\%)} = \frac{9,64 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 11,21 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(3,5\%)} = \frac{11,25 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 13,08 \text{ т/га};$$

$$Y_{C(4,0\%)} = \frac{12,86 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 14,95 \text{ т/га}.$$

З розрахунків видно, що прихід фотосинтетичний активній радіації на Півдні України може забезпечити формування врожайності зерна кукурудзи ранньостиглого, середньораннього та середньостиглого гібридів на рівні 6,08, 6,87 та 7,48 т/га відповідно.

Можливий рівень врожайності культури також залежить від умов вологозабезпечення посівів. За період вегетації кукурудзи випадає в середньому 170 мм опадів, коефіцієнт використання опадів становить 0,7. Доступна волога для рослин культури в метровому шарі ґрунту 160 мм, коефіцієнт водоспоживання дорівнює 370 (дод. 8). Дійсно можливий урожай (Ув) сухої біомаси за вологозабезпеченості знаходили за формулою 4:

$$Y_{\text{біом}} = \frac{100 \cdot W}{K_{\text{в}}} , \text{ де} \quad (4)$$

$W$  - продуктивна волога для посівів, мм

$K_{\text{в}}$ - коефіцієнт водоспоживання культури (кількість вологи, витраченої на формування одиниці сухої біомаси), м<sup>3</sup>/т.

Розрахунок продуктивної вологи проводили наступним чином за формулою 5:

$$W = W_{\Gamma} + (W_{\text{в}} \cdot K_{\text{ВО}}) + Qr - W_{\text{КВ}}, \text{ де} \quad (5)$$

$W_{\Gamma}$  - доступна волога для рослин в метровому шарі ґрунту, мм;

$W_{\text{в}}$  - опади за період вегетації, мм;

$K_{\text{ВО}}$  - орієнтовний коефіцієнт використання опадів;



$Q_r$  - капілярний підживлення ґрунтовими водами за вегетацію, мм

$W_{KB}$  - залишок доступною для рослин вологи в метровому шарі ґрунту на кінець вегетації, мм ( $0,25 \cdot W_T$ ).

Капілярне підпитування ґрунтовими водами залежить від глибини залягання ґрунтових вод. При заляганні на глибину до 1 м величина додаткового водоспоживання становить 1-2 мм на добу; до 1,5 м - 1,5-1,7 мм; до 2 м - не більше 1 мм на добу. Для ячменю ярого  $Q_r$  дорівнює 86 мм.

Для ранньостиглого гібриду:

$$W = 160 + (130 \cdot 0,7) + 154,5 - 40 = 365,5 \text{ мм};$$

$$Y_{\text{біол}} = \frac{100 \cdot 365,5}{3700} = 9,88 \text{ т/га (сухої біомаси);}$$

$$Y_O = 9,88 \cdot 0,40 = 3,95 \text{ т/га (сухого зерна);}$$

$$Y_C = \frac{3,95 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 4,59 \text{ т/га (зерна при 14\% вологості).}$$

Для середньораннього гібриду:

$$W = 160 + (140 \cdot 0,7) + 172,5 - 40 = 390,5 \text{ мм};$$

$$Y_{\text{біол}} = \frac{100 \cdot 390,5}{3700} = 10,55 \text{ т/га (сухої біомаси);}$$

$$Y_O = 10,55 \cdot 0,40 = 4,24 \text{ т/га (сухого зерна);}$$

$$Y_C = \frac{3,60 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 4,91 \text{ т/га (зерна при 14\% вологості).}$$

Для середньостиглого гібриду:

$$W = 160 + (140 \cdot 0,7) + 124 - 40 = 404 \text{ мм};$$

$$Y_{\text{біол}} = \frac{100 \cdot 404}{3700} = 10,92 \text{ т/га (сухої біомаси);}$$

$$Y_O = 10,92 \cdot 0,40 = 4,37 \text{ т/га (сухого зерна);}$$

$$Y_C = \frac{4,37 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 5,08 \text{ т/га (зерна при 14\% вологості).}$$

З огляду на умови регіону по вологозабезпеченості посівів кукурудзи, можливо отримувати до 3.95, 4.19 та 4.30 т/га зерна залежно від груп стиглості гібридів та без оптимізації коефіцієнта водоспоживання культури.

У ролі чинника, який би забезпечував урожай, може виступати теплозабезпеченість. Визначення можливих врожаїв по теплових ресурсах



проводили за гідротермічним показником (ГТП), вимірюваного в балах. Його визначали за формулою А.М. Рябчикова (6):

$$ГТП = \frac{W \cdot T_v}{36 \cdot R}, \text{ де} \quad (6)$$

$W$  - кількість продуктивної вологи за період вегетації, мм;

$T_v$  - період вегетації культури (декади), для кукурудзи – 10,3; 11,5 та 12,4;

$36$  - число декад в році;

$R$  - сумарний радіаційний баланс, кДж/см<sup>2</sup>;

4,19 - коефіцієнт для врахування співвідношення між калоріями і Дж

По ранньостиглій кукурудзі:

$$ГТП = \frac{365,5 \cdot 10,3}{36 \cdot 110,33} \cdot 4,19 = 3,97 \text{ балів};$$

По середньоранній кукурудзі:

$$ГТП = \frac{390,5 \cdot 11,5}{36 \cdot 124,62} \cdot 4,19 = 4,19 \text{ балів};$$

По середньостиглій кукурудзі:

$$ГТП = \frac{404 \cdot 12,4}{36 \cdot 135,56} \cdot 4,19 = 4,30 \text{ балів}.$$

ГТП дозволяє враховувати і вологозабезпеченість, і надходження тепла, пов'язаного з радіаційним балансом. Розрахунок кліматично забезпеченого врожаю по ГТП проводили за формулою 7:

$$У_{ГТП} = ((22 \cdot ГТП - 10) \cdot K_{ГОС})/10 \quad (7)$$

По ранньостиглій кукурудзі:

$$У_0 = ((22 \cdot 3,97 - 10) \cdot 0,40)/10 = 3,09 \text{ т/га (сухого зерна)};$$

$$У_C = \frac{2,60 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 3,60 \text{ т/га (зерна при 14\% вологості)};$$

По середньоранній кукурудзі:

$$У_0 = ((22 \cdot 4,19 - 10) \cdot 0,40)/10 = 3,29 \text{ т/га (сухого зерна)};$$

$$У_C = \frac{2,57 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 3,83 \text{ т/га (зерна при 14\% вологості)};$$

По середньостиглій кукурудзі:

$$У_0 = ((22 \cdot 4,30 - 10) \cdot 0,40)/10 = 3,38 \text{ т/га (сухого зерна)};$$



$$UC = \frac{3,38 \cdot 100\%}{100\% - 14\%} = 3,93 \text{ т/га (зерна при 14\% вологості).}$$

Кліматично забезпечена теоретична врожайність зерна кукурудзи по ресурсам ГТП знаходиться на рівні 3.60, 3.83 та 3.93 т/га.

Оцінка впливу біокліматичного потенціалу території (БКП) на врожайність культур виражається розрахунковим числом балів БКП для кожної культури. Знаючи окупність урожаєм ( $\beta$ ) одного бала БКП розраховували кліматично забезпечений урожай ( $U_{БКП}$ ) за формулами 8-10.

$$U_{БКП} = БКП \cdot \beta \quad (8)$$

$$БКП = K_{зв} \cdot \frac{\sum t > 10^{\circ}\text{C}}{1000}, \text{ де} \quad (9)$$

$K_{зв}$  - коефіцієнт зволоження;

$\sum t > 10^{\circ}\text{C}$  - сума температур вище  $10^{\circ}\text{C}$  за вегетацію (дорівнює  $1272,4^{\circ}\text{C}$ ;  $1427,8^{\circ}\text{C}$  та  $1538,8^{\circ}\text{C}$ );

1000 - сума температур на північному кордоні польового землеробства.

$$K_{зв} = \frac{T_u \times W}{10^4 \cdot \Sigma Q}, \text{ де} \quad (10)$$

$T_u$  - коефіцієнт прихованої теплоти випаровування, що дорівнює  $2453$  кДж/кг;  $W$  - кількість продуктивної вологи за період вегетації, мм;

$\Sigma Q$  ~ сумарний прихід ФАР за період вегетації, кДж/см<sup>2</sup>;

По ранньостиглій кукурудзі:

$$K_{зв} = \frac{2453 \cdot 365,5}{10^4 \cdot 110,33} = 0,81;$$

$$БКП = 0,81 \cdot \frac{1272,4}{1000} = 1,03;$$

По середньоранній кукурудзі:

$$K_{зв} = \frac{2453 \cdot 390,5}{10^4 \cdot 124,62} = 0,77;$$

$$БКП = 0,77 \cdot \frac{1427,8}{1000} = 1,10;$$

По середньостиглій кукурудзі:

$$K_{зв} = \frac{2453 \cdot 404}{10^4 \cdot 135,56} = 0,73;$$



$$БКП = 0,73 \cdot \frac{1538,8}{1000} = 1,12.$$

Окупність 1 бала БКП урожаєм зерна кукурудзи дорівнює 3,40 тон. Кліматично забезпечений урожай зерна кукурудзи склав: для ранньостиглої кукурудзи ДКС 2971 –  $U_{БКП} = 1,03 \cdot 3,40 = 3,50$  т/га; для середньоранньої кукурудзи ДКС 3472 –  $U_{БКП} = 1,10 \cdot 3,40 = 3,74$  т/га, а для середньостиглої кукурудзи ДКС 4964 –  $U_{БКП} = 1,12 \cdot 3,40 = 3,81$  т/га (табл. 4).

**Таблиця 4 – Біокліматичний потенціал врожайності зерна кукурудзи в умовах Півдня України (при КПД ФАР = 1,5%), т/га**

Культура	Tv, дні	$\Sigma t > 10^{\circ}\text{C}$	$\Sigma Q_{ФАР},$ кДж/см <sup>2</sup>	$U_{ФАР},$ т/га зерна	БКП, бали	B, т зерна на 1 бал	$U_{БКП},$ т/га: зерна
ранньостигла кукурудза ДКС 2971	103	1272,4	110,33	4,56	1,03	3,40	3,50
середньорання кукурудза ДКС 3472	115	1427,8	124,62	5,15	1,10	3,40	3,74
середньостигла кукурудза ДКС 4964	124	1538,8	135,56	5,60	1,12	3,40	3,81

Виходячи з наведених розрахунків видно, що з урахуванням біокліматичного потенціалу зони Південного Степу України культура кукурудза здатна формувати врожайність зерна на рівні 3,50 – 3,81 т/га, хоча потенційний рівень урожайності по приходу ФАР становить 4,56 – 5,15 т/га.

## Висновки

Проведення розрахунків відносно регіонального агрокліматичного потенціалу дало можливість стверджувати, що дослідні культури, а саме пшениця озима, ячмінь ярий, горох та кукурудза різних груп стиглості має можливість формувати певний рівень врожайності на чорноземах південних слабкосолонцюватих важкосуглинкових за рахунок забезпечення існуючими



об'ємами вологи та іншими факторами.

1. Пшениця озима за умов Півдня України може формувати за використання 2% інтегральної ФАР урожайність сухої маси на рівні 12,84 т/га, при урожайності зерна в 5,98 т/га за 14% вологості. За рахунок вологозабезпеченості культура може сформувати даний показник на рівні 10,92 т/га та 5,08 т/га відповідно. Гідротермічний потенціал зони дає можливість сільськогосподарським виробникам отримати урожайність зерна пшениці на рівні 8,15 т/га, а це використання рослинами ФАР майже 2,73%. Біокліматичний же потенціал може сформувати за використання ФАР в 2% урожайність культури на рівні 4,89 т/га.

2. Вирощування ячменю ярого за використання ФАР в 2% може сформувати 4,27 т/га зерна та 8,54 т/га сухої маси культури. За вологозабезпеченості регіону урожайність зерна може скласти 3,66 т/га, а по ГТП вона становитиме 3,94 т/га. Біокліматичний потенціал ячменю ярого за умов Півдня України складе 3,69 т/га.

3. Вегетаційний період культури гороху дасть можливість на Півдні України сформувати 8,76 т/га сухої маси рослин та 4,79 т/га зернової частини продукції за 14% вологості за умов використання 2% фотосинтетично-активної радіації. Хоча цей показник за 4% може скласти 9,57 т/га зерна, але по причині лімітуючого фактора, котрим у нас є волога він обмежиться 4,17 т/га зерна. Гідротермічний потенціал обмежує в зоні Півдня України урожайність рівнем 4,47 т/га зернової частини. Біокліматичний потенціал зони проведення досліджень дасть можливість отримати урожайність в 3,50 т/га.

4. Отримані нами розрахунки відносно культури кукурудзи дають можливість стверджувати, що культура яка раніше входила до усіх сівозмін зони Степу України за біокліматичним потенціалом зони може формувати урожайність на рівні 3,50 т/га по ранньостиглому гібриду ДКС 2731, 3,74 т/га – по середньоранньому гібриду ДКС 3472 та 3,81 т/га по середньостиглому гібриду ДКС 4964. По забезпеченню вологою цей показник становитиме: 4,59; 4,91 та 5,08 т/га , а по використанню ФАР (2%) – 6,08; 6,87 та 7,48 т/га відповідно.



## KAPITEL 7 / CHAPTER 7<sup>7</sup> YIELD OF FOOD BEET HYBRIDS DEPENDING ON THE LEVEL OF NUTRITION AND PLANT DENSITY

DOI: 10.30890/2709-2313.2022-11-01-013

### Вступ

Для успішного збільшення виробництва продукції тваринництва найважливішим елементом є міцна кормова база. При цьому значна роль відводиться кормовим коренеплодам, оскільки вони є цінним соковитим кормом для тварин, особливо в зимовий період. При згодовування кормових коренеплодів збільшується активність мікробіологічних процесів травного тракту, що сприяє кращому використанню небілкового азоту. Вони збільшують поживність соломи при приготуванні мішанок, солом'яних гранул, нейтралізують кислотність корму, тощо. Покращують перетравність концентрованих кормів і силосу, що сприяє збільшенню надоїв і жирності молока. Особливо цінними є коренеплоди для молочних корів та свиней.

### 7.1. Кормова цінність та продуктивність буряків кормових

Кормові коренеплоди, зокрема буряк кормовий є цінним соковитим кормом особливо для молочних корів. Будучи відмінним молокогінним кормом стимулює роботу молочної залози, тому його включають в раціон нетелей, сухостійних корів та молодняку, а також свиней різного віку, великої рогатої худоби, овець, тощо. Кормовий буряк в раціоні покращує якість молока, підвищує вміст жиру. Особливо велике значення культура набуває взимку, коли відсутні зелені корми. Так, за поживністю один кілограм коренеплодів буряків кормових відповідає в середньому 0,12 кормових одиниць і містить 9 г перетравного протеїну 9 г. Також містить 0,4 кальцію, 0,36 фосфору, 4,65 калію, 2,5 натрію, 0,19 магнію, 0,20 сірки, 2,15 хлору, а також заліза 70 мг; марганцю 6,0; цинку 3,3; кобальту 0,11 та міді 1,5 мг [11, 13, 17].

<sup>7</sup>Authors: Burko Lesya Nikolaevna, Svistunova Irina Vladimirovna



Однією з найважливіших складових хімічного складу буряків кормових є цукор, вміст його становить близько 7,2-7,8 %. До його складу входять: цукроза – 5,0-7,5 %, пектин, пектоназа – 1,0-1,2 %, лігнін – 1,8 %. Хоча протеїну в буряках міститься невелика кількість – близько 1,3-1,5%, але він на 50-60% складається з білків, амідів, вільних амінокислот. За поживними якостями вони подібні до протеїнів кормів, куди входять зерно злакових і бобових культур. Також кормові буряки містять у своєму складі цистин (15,3 мг), аспарагінову кислоту, глютамін, аргінін, аланін. За врожайності 50 т/га коренеплодів і 15 т/га гички буряки кормові забезпечують одержання 6,5-7,0 т/га сухої речовини. Додаткове джерело кормів при вирощуванні буряків кормових являє собою гичка. Вона є цінним вітамінним кормом як у свіжому вигляді, так і засилосованою. При врожайності коренеплодів 50,0 і 15,0 т гички з одного гектара буряки кормові забезпечують одержання 6,5–7,0 тон кормових одиниць. Гичка за вмістом сухої речовини мало відрізняється від коренеплодів, але в ній міститься більше (майже в 2,5 раза) протеїну та вітаміну С. За наявності в раціоні буряків кормових сільськогосподарські тварини легше переносять осінній перехід з пасовищної до стійлової годівлі, а на весні, навпаки, від стійлової до пасовищної, що дозволяє зберегти високу продуктивність тварин у ці періоди [4; 10; 11; 15; 16].

Буряки кормові містять від 80 до 88 % води, яка входить до складу живої клітини, багатой на ферменти, виконує функції розчинника цукрів і мінеральних речовин та позитивно впливає на фізіологічні функції тваринного організму. Суха речовина коренеплодів представлена переважно безазотистими екстрактивними речовинами (БЕР) [2; 17].

Поживність та хімічний склад буряка кормового залежить від ґрунтово-кліматичних умов вирощування, сортових особливостей, обґрунтованого застосування технологічних процесів. У середньому коренеплоди буряків містять 8-12 % водорозчинної сухої речовини, 1,8-1,5 протеїну; 0,1 жиру; 0,9 клітковини та 0,9 % золи. В гичці наявні до 14 % сухої речовини, 3,1 протеїну, 0,3 жиру, 1,6 клітковини та 2,8 % золи [1, 3, 4, 6].

Установлено, що ґрунтово-кліматичні умови України сприятливі для вирощування буряків кормових, а при впровадженні інтенсивних технологій



виращування дають змогу одержувати високі та стабільні врожаї коренеплодів за мінімальних затрат праці й витрат коштів [1, 5, 8, 9, 12].

## **7.2. Урожайність коренеплодів та гички буряків кормових залежно від удобрення і густоти рослин**

Численні дослідження свідчать, що високу врожайність коренеплодів буряків кормових можна одержати лише за достатнього забезпечення їх поживними речовинами та оптимальної густоти рослин. Густота насадження значною мірою зумовлює ефективність дії добрив на врожай та його якість. Підвищення ефективності добрив може бути досягнуто не тільки шляхом наближення добрив до рослин, їх кореневої системи, а й навпаки, наближенням власне рослин до добрив через збільшення густоти рослин, рівномірнішим розміщенням їх на площі [1; 3; 6; 9; 14; 18].

На основі проведених досліджень встановлено, що густота рослин та удобрення впливають на формування урожаю буряків кормових (табл. 1)

Протягом кількох років досліджень найвищу врожайність коренеплодів буряків кормових одержали у 2010 році, оскільки погодні умови цього року були найсприятливішими для формування урожайності.

Найнижчою урожайність, протягом трьох років досліджень, виявилася на контролі, де вносили тільки органічні добрива. Вона становила: у гібрида Козіма – 36,2-39,3 т/га, Центаур-Полі – 35,6-37,8 т/га, Солідар – 35,5-39,9 т/га. Спільне внесення гною (під попередник) та мінеральних добрив сприяло підвищенню урожайності. В середньому за три роки досліджень найвища врожайність буряків кормових була одержана на ділянках із внесенням 40 т/га гною + N<sub>180</sub>P<sub>180</sub>K<sub>210</sub> із показником: у гібрида Козіма – 59,4-63,4 т/га, Центаур-Полі – 58,6-69,4 т/га, Солідар – 58,2-62,2 т/га.



**Таблиця 1 – Урожайність коренеплодів буряків кормових залежно від удобрення та густоти рослин, т/га**

Гібрид	Удобрення	Густота рослин, тис.шт./га	Рік			Середнє	Приріст до контролю, +/-
			2009	2010	2011		
Козіма	40 т/га гною під попередник (контроль)	60	36,0	37,2	35,4	36,2	-
		80	38,1	39,0	37,0	38,1	-
		100	38,5	41,0	38,4	39,3	-
	40 т/га гною під попередник + N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>140</sub>	60	49,4	48,0	46,1	47,9	+ 11,7
		80	52,8	53,0	49,0	51,6	+ 13,5
		100	55,3	56,0	52,8	54,7	+ 15,4
	40 т/га гною під попередник + N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>210</sub>	60	60,0	62,0	56,1	59,4	+ 23,2
		80	63,2	64,4	58,6	62,1	+ 24,0
		100	64,2	65,6	60,4	63,4	+ 24,1
Центаур-Полі	40 т/га гною під попередник (контроль)	60	34,6	36,0	36,0	35,6	-
		80	36,0	37,5	35,8	36,5	-
		100	37,8	38,4	37,0	37,8	-
	40 т/га гною під попередник + N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>140</sub>	60	45,6	47,3	44,7	45,9	+ 10,3
		80	50,6	51,2	50,0	50,6	+ 14,1
		100	55,2	57,0	55,3	55,9	+ 18,1
	40 т/га гною під попередник + N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>210</sub>	60	57,9	58,6	59,1	58,6	+ 23,0
		80	67,2	65,9	60,0	64,4	+ 27,9
		100	73,2	73,0	61,8	69,4	+ 31,6
Солідар	40 т/га гною під попередник (контроль)	60	35,6	38,2	32,5	35,5	-
		80	38,1	39,6	36,7	38,2	-
		100	39,6	40,5	39,5	39,9	-
	40 т/га гною під попередник + N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>140</sub>	60	47,7	46,9	43,7	46,1	+ 10,6
		80	49,7	50,0	48,1	49,3	+ 11,1
		100	50,6	51,2	49,8	50,6	+ 10,7
	40 т/га гною під попередник + N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>210</sub>	60	60,4	59,8	54,2	58,2	+ 22,7
		80	63,0	64,2	56,1	61,1	+ 22,9
		100	63,6	65,0	58,0	62,2	+ 22,3
НІР <sub>05</sub> за факторами							
Гібрид			0,5	0,4	0,6	0,3	
Удобрення			0,6	0,5	0,7	0,4	
Густота рослин			0,6	0,4	0,6	0,3	

Урожайність рослин із збільшенням густоти насаджень зростала. Так, при густоті 60 тис. шт./га урожайність коренеплодів, залежно від удобрення, становила: у гібрида Козіма – 36,2-59,4 т/га, Центаур-Полі – 35,6-58,6 т/га,



Солідар – 35,5-58,2 т/га. Із збільшенням густоти урожайність була вищою і за густоти 100 тис. шт./га складала: у гібрида Козіма – 39,3-63,4 т/га, Центаур-Полі – 37,8-69,4 т/га, Солідар – 39,9-62,2 т/га.

Серед гібридів, які вивчалися, найвища урожайність була сформована у гібрида Центаур-Полі – 69,4 т/га (за густоти 100 тис. шт./га та удобренні 40 т/га гною + N<sub>180</sub>P<sub>180</sub>K<sub>210</sub>), у двох інших гібридів, на цьому ж варіанті удобрення та густоти, показники виявилися дещо нижчими у гібрида Козіма – 63,4 і Солідар – 62,2 т/га.

Приріст урожаю від добрив зростає із збільшенням густоти рослин. Таким чином, при вирощуванні буряків кормових ефективність загущення посівів залежить від дози добрив. Проте добрива впливають на урожайність буряків кормових більшою мірою, ніж густота насадження.

Цінним побічним кормом для тварин є гичка коренеплодів. За врожайності коренеплодів 50,0-60,0 т/га господарства отримують за рахунок гички додатково 2,0-2,5 т/га к. од., що прирівнюється до середнього врожаю однорічних трав і практично без додаткових витрат. За вмістом сухої речовини вона не надто відрізняється від коренеплодів, але в ній міститься більше протеїну, клітковини, каротину та вітаміну С [1; 8; 9; 10].

Показники урожайності гички буряків кормових показують, що внесення добрив та густота рослин впливали на їхню продуктивність (табл. 2).

За три роки досліджень найвищу урожайність гички буряків кормових отримали у 2010 році. Погодні умови в цей рік були найсприятливішими для формування урожайності, ґрунт – достатньо забезпечений вологою, температурні показники знаходилися на рівні тих, які є найприйнятніші для формування високого врожаю.

На ділянках із внесенням 40 т/га гною під попередник гібриди забезпечили наступну урожайність гички буряків кормових: Козіма 10,4-11,2 т/га, Центаур-Полі 10,9-11,4 т/га, Солідар 10,4-11,4 т/га. Із збільшенням доз добрив урожайність зростала і за внесення 40 т/га гною під попередник + N<sub>120</sub> P<sub>120</sub>K<sub>140</sub> ці показники становили відповідно – у гібрида Козіма 12,8-15,7 т/га, Центаур-Полі 13,2-17,2 т/га, Солідар 13,2-15,4 т/га.



**Таблиця 2 – Урожайність гички різних гібридів буряків кормових залежно від удобрення та густоти рослин, т/га**

Гібриди	Удобрення	Густота рослин, тис.шт./га	Рік			Середнє	Приріст до контролю, +/-
			2009	2010	2011		
Козіма	40 т/га гною під попередник (контроль)	60	10,2	11,2	9,9	10,4	-
		80	10,6	11,9	10,2	10,9	-
		100	10,9	12,0	10,5	11,2	-
	40 т/га гною під попередник +N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>140</sub>	60	13,4	12,8	12,1	12,8	+ 2,4
		80	14,8	13,9	13,8	14,2	+ 3,3
		100	15,3	16,2	15,4	15,7	+ 4,5
	40 т/га гною під попередник + N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>210</sub>	60	16,3	17,5	15,9	16,6	+ 6,2
		80	16,9	17,9	16,6	17,2	+ 6,3
		100	18,8	19,6	17,9	18,8	+ 7,6
Центаур-Полі	40 т/га гною під попередник (контроль)	60	10,6	11,2	10,9	10,9	-
		80	11,5	11,0	11,1	11,2	-
		100	11,0	12,2	10,8	11,4	-
	40 т/га гною під попередник +N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>140</sub>	60	12,8	14,1	12,7	13,2	+ 2,3
		80	15,4	16,8	14,9	15,7	+ 4,5
		100	16,9	18,0	16,5	17,2	+ 5,8
	40 т/га гною під попередник + N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>210</sub>	60	17,3	19,1	16,9	17,8	+ 6,9
		80	18,7	20,0	18,7	19,2	+ 8,0
		100	19,9	22,1	19,8	20,6	+ 9,5
Солідар	40 т/га гною під попередник (контроль)	60	10,4	10,9	9,9	10,4	-
		80	10,8	11,4	10,4	10,9	-
		100	11,2	12,0	10,8	11,4	-
	40 т/га гною під попередник +N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>140</sub>	60	12,9	14,0	12,6	13,2	+ 2,8
		80	13,3	13,8	12,8	13,3	+ 2,4
		100	15,2	16,0	15,0	15,4	+ 4,0
	40 т/га гною під попередник + N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>210</sub>	60	15,6	18,3	15,3	16,4	+6,0
		80	17,2	19,6	17,5	18,1	+ 7,2
		100	18,2	20,2	18,4	19,0	+7,6
НІР <sub>05</sub>						0,8	

На ділянках з внесенням 40 т/га гною під попередник + N<sub>180</sub>P<sub>180</sub>K<sub>210</sub> була одержана найвища урожайність гички у гібридів: Козіма 16,6-18,8 т/га, Центаур-полі – 17,8-20,6 т/га, Солідар 16,4-19,0 т/га. Тобто підвищення доз мінеральних добрив на тому ж органічному фоні сприяє підвищенню урожайності.



Із збільшенням густоти рослин урожайність гички буряків кормових підвищувалася. За густоти 60 тис. шт./га вона була такою: Козіма 10,4-16,6 т/га, Центаур-Полі – 10,9-17,8 т/га, Солідар – 10,4-16,7 т/га. За густоти 100 тис. шт./га урожайність сформувалася дещо вища: у гібрида Козіма – 11,2-18,8 т/га, Центаур-полі – 11,4-20,6 т/га, Солідар – 11,4-19,0 т/га.

**Таблиця 3 – Кореляційна залежність урожайності коренеплодів**

Показник	Середньодобовий приріст маси коренеплоду				Сирий протеїн	Сирий жир	Сира клітковина
	Період вегетації						
	Сходи – змикання листків	Через 30 днів після змикання	Через 60 днів після змикання	Через 90 днів після змикання			
Урожайність	0,818	0,860	0,799	-0,56	0,799	0,887	0,650
Забезпеченість кормових одиниць перетравним протеїном	0,894	0,888	0,933	0,432	1,000	0,915	0,917
Вміст сухої речовини	-0,570	-0,538	-0,467	0,001	-0,580	-0,672	-0,495

Таким чином, найвища урожайність коренеплодів і гички отримано у гібрида Центаур-Полі за внесення 40 т/га гною під попередник + N<sub>180</sub>P<sub>180</sub>K<sub>210</sub> та при густоті 100 тис. шт./га.

Встановлена кореляційна залежність між урожайністю коренеплодів та гички буряків кормових (табл. 3 і 4).

Урожайність коренеплодів тісно корелювала з середньодобовим приростом маси коренеплодів. По періодах вегетації найсильніша залежність



була через 30 днів після змикання листя і становила 0,860. У інші періоди вегетації також відзначена сильна залежність 0,818; 0,799.

Забезпеченість кормових одиниць перетравними протеїном найтісніше корелювала з вмістом сирого клітковини 0,917, сирого жиру – 0,915. Тенденція залежності між ознаками спостерігалася через 90 днів після змикання листків з вмістом сухої речовини – 0,001.

**Таблиця 4 – Кореляційна залежність урожайності гички**

Показник	Сирій протеїн	Сирій жир	Сира клітковина	БЕР	Каротин
Урожайність	0,786	0,397	0,798	-0,772	0,870
Забезпеченість кормових одиниць перетравним протеїном	0,995	0,456	0,886	-0,958	0,961
Вміст сухої речовини	-0,759	-0,430	-0,892	0,819	-0,782

Урожайність гички буряків кормових найтісніше корелювала з вмістом каротину 0,870, забезпеченість кормових одиниць перетравним протеїном – з сирим протеїном 0,995, вміст сухої речовини – з показником БЕР 0,819.

## Висновки

В представленій роботі наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення наукової задачі, що виявляється у встановленні закономірностей формування урожайності та кормової якості коренеплодів і гички буряків кормових через оптимізацію живлення, формування густоти рослин та підбору гібридів з метою виробництва високоякісних соковитих кормів.



Агрокліматичні умови Правобережного Лісостепу сприятливі для вирощування буряків кормових, проте обмежуючим фактором збільшення врожайності є дефіцит поживних речовин у ґрунті. Найвища урожайність формується на ділянках за внесення  $N_{180}P_{180}K_{210}$  на фоні післядії 40 т/га гною і становить, залежно від густоти рослин і гібриду 58,2-69,4 т/га коренеплодів та 16,4-20,6 т/га гички, що на 22,7-29,5 т/га коренеплодів і 6,0-9,2 т/га гички більше, ніж за внесення 40 т/га гною під попередник. Встановлено, що із збільшенням густоти рослин від 60 до 100 тис. шт./га урожайність зростала. Найвпливовішим фактором є добрива, частка впливу якого на урожайність була найвищою.



**KAPITEL 8 / CHAPTER 8<sup>8</sup>**  
**NEO-ETHICS, LIBERALISM OR NEO-ROMANTISM OF THE DIRECTOR**  
**DOI: 10.30890/2709-2313.2022-11-01-010**

## **Introduction**

The experience of European and Ukrainian methods of coexistence of creative intelligentsia with the dominant ideological factor, which a cultural figure at a certain time accepts or does not accept, seems interesting. The capricious 1960s in both post-fascist Europe and post-Stalin Ukraine were marked by broad tectonic shifts in both public consciousness and culture. Post-war society, partly overcoming material destruction, giving peoples the opportunity to stabilize economies, needed moral, spiritual, ethical rehabilitation. And if in the West the direction of this movement was obviously multi-vector, containing manifestations of anti-fascism, sexual revolution, and the hippie movement, and the development of popular music culture. In Ukraine, as in the entire Soviet territory, this period is marked by a certain "communist romanticism", and the ideology of the sixties as a manifestation of anti-Stalinism still does not become anti-communist. Some researchers single out the political, religious and cultural currents of the Sixties in Ukraine. Others confuse concepts. Many authors of materials on this topic identify the "sixties" with dissidents. This is the most persistent mistake. I want to emphasize once again: the "sixties" were in the circle of the Soviet worldview. Their enthusiasm was fueled by the belief that socialism could be deprived of (()) its "perversions" - totalitarianism and bureaucracy. That is why Soviet liberalism was born among the "sixties". Accordingly, they must be distinguished from dissidents - principled and uncompromising opponents of the System "[3, p.45-46].

At some point in time, indeed, the overall picture of the Ukrainian Sixties looks heterogeneous. And if the Sixties are too categorically included in the "subculture", as some scholars do, then at least alternatively thinking people of culture, including artists and researchers, sculptors, writers, poets, theatre figures and Ukrainian-born artists between 1925 and 1945 (as determined by the chronology of biographies), it seems legitimate to include them. Probably, over time, the picture of the Ukrainian sixties will become more accurate, will become more and more convincing.

---

<sup>8</sup>*Authors: Kovalenko (Kchursina) Olena Mykolaivna*



However, today we can try to single out several groups, directions, wings of this movement.

The first is cultural figures, intellectuals who suffered physically and were, in fact, executed by the Soviet system. Among them are members of the Ukrainian Helsinki Group - Oleksiy Tykhy (January 27, 1927 - May 5, 1984), Yuriy Lytvyn (November 26, 1934 - September 5, 1984), Valery Marchenko (September 16, 1947 - October 7, 1984), Vasyly Stus (January 6, 1938) —4.09.1985) and others.

It makes sense to include in the next group those who fought against the system with openly political methods. Among these cultural figures there are many who also suffered, but after a while still managed to continue the struggle in other ways. Among them are Levko Lukyanenko, Ivan Dziuba, Oles Berdnyk, Bohdan Rebryk, Danylo Shumuk and others. They received political sentences from the system and spent much of their lives in political camps, but during the years of independence, some of them gained the status of recognized and respected statesmen, cultural and public figures in the 1990s.

Another wing of the Sixties movement was those who, by means of civil means, created cultural organizations and spoke out against the dogmas of the current regime. The Creative Youth Clubs of Kyiv and Lviv - "Contemporary" and "Snowdrop" definitely belong to this direction. Among the KTM activists are L. Tanyuk, also I. Dziuba, E. Sverstiuk, I. Svitlychny, V. Symonenko, S. Telnyuk, A. Horska, V. Zaretsky, G. Sevruk, L. Semykina.

In particular, in our system there is a group of those who embodied the opposition's thought through their own work, by artistic means. This is the part of the generation of the sixties who managed to realize their creative potential without going to the service of the government, but also without giving up their own ideals. They are reliable and restrained, balanced and far-sighted. Can they be called "liberals"? Maybe neo-romantics? This group includes theatre directors who did not have the professional ability to write "on the table" or shoot "for the shelves." They had to find their own way, their own language, understandable to the audience and secretive from the point of view of the bureaucracy.

We can say at once that it is the least studied by researchers. But her contribution to the common cause is hard to deny. Despite the differences in



ideological constructs, the sixties of different countries and political systems had much in common. Both in relation to creativity and in the methods of creating an artistic product. Today we have Peter Brook, Peter Stein, Sergiy Danchenko.

### **8.1. Acting school.**

German director Peter Stein until the 2000s, Ukrainian - Sergei Danchenko for 30 years - to zero, English - Peter Brook in the 70's, led large groups and created not only performances, but also acting schools, embodied his work and theatrical activities directing current. And obviously belonging to different ideological worlds, different approaches to creating their own place in history: Danchenko - moderate, but consistently intransigent, eternal seekers of history and free space - Brooke, Stein - these directors may still belong to the "great style" (which researchers are still debating [5]), although the methods were used and are used by the authors. It became possible to unite these different cultural figures thanks to a detailed comparative analysis of common features both in worldviews and in methodological heritage.

Serhiy Danchenko, who has been the artistic director of the National Theatre in Ukraine for 30 years, never took care of the de jure school, but the actors he worked with became the stars of leading Ukrainian bands: Bohdan Stupka, Natalia Sumska, Anatoliy Hostikoyev, Bohdan Beniuk , Alexey Bogdanovich, Larisa Kadyrova, Bogdan Kozak and others.

Peter Brook is the founder of an international theatre community whose ideas he still adheres to. He has worked with Paul Scofield, John Gilgood and Yoshi Oida in various years. "When you work with an international troupe, it is easier to get away from the stereotypes inherent in the actors of a culture, to release the inherent national origins. Conventions go, and previously hidden layers open. Collected grains create a holistic image "[11].

Peter Stein - as a director who values acting personality, director of both dramatic and opera performances and still does not like to work with several compositions of the troupe.

These directors have a lot in common, which can be found in meticulous research. The results of the comparative analysis, as well as the method of "key issues" - are amazing.



## **8.2. Artistic tradition.**

Brooke believes that "every creative work must be based on tradition" and... invites Salvador Dali's directors of *Salome*, as he is the only artist I know whose style naturally combines what can be called Strauss's erotic decadence and imagery. Wilda "[1].

Stein believes that we need to focus on what is worth preserving. For example, cultural values. It is extremely dangerous to discard them. We must protect them from the speed with which the world is changing. "[7] That is why he does not like video projections on the stage, and even working at the Bolshoi Theatre, on the romantic opera *Berlioz*, whose score includes many effects, remains true to himself: "We try to create an illusion with the help of as many simple theatrical means at our disposal as possible, but partly with the help of video projections, which I cannot tolerate at all. But in this case they are necessary. After all, during the flight, Faust and Mephistopheles meet on the way some ghosts, monsters, fairies, black birds dancing skeletons, blood pouring in streams ... Somehow it must be illustrated. We can say: "It is unwise to illustrate all this! "Okay, then I keep doing my stupid job! I don't care. I try to realize the things that are in the score "[6]. We may marvel at the rhetoric. But Stein studies the scores meticulously and the texts of the plays very carefully. "Deciphering is my favorite pastime, I've always wanted to read in the original and get out of the original, and not listen to what a translator or a scientist who explains the meaning of the work tells me. I have to verify myself. For the same reason, I am especially interested in the musical score. These are very complex texts, much more complex than dramatic ones. This is extremely in line with my need to decipher.

- How much time do you need to get acquainted with the score and develop a production plan?

- Hard to tell. If you don't sit on the score every day ... Sometimes it lasts with breaks of two to three years. And then comes the *stretta*, the most important moment, when you meet the conductor, who explains how he sees the score, and he is a much more competent person. And, of course, you need to decide together with the set designer and costume designer what the production will look like. The process of



cognition is becoming more intense, and it can not be measured by the usual time measures "[6]. Few, at least among Ukrainian researchers of the theatre, will deny the already well-established and generally accepted fact that the director and artistic director of the National Theatre Ivan Franko S. Danchenko (from 1979 to 2000) was the "last" of the representatives of the classical "great style" on the Kyiv metropolitan stage. But few people interpreted his article "National Theatre - Theatre of Great Style", first published in 1997 in the magazine "Cinema Theatre" [4, p. 186-190] as in fact a manifesto of this kind of theatre. Let's turn to the original source. "The art of the Great Style is the accuracy and clarity of stylistic expressions, cleansed of everything non-essential and accidental. But it is also the absence of stylistic extremism, stylistic extremes, stylistic explosions "[4, p.186].

The "golden mean"? Is there a conscious separation, refining of emotions from the urgent social context? The formula "I and Eternity" - seems fundamental, worthy, and... automatically moves the work of art in zone outside criticism. But trying to solve global and eternal problems is an integral part of the sixties.

### **8.3. "Director-translator".**

For Stein, the idea, as well as directing in general, is the realization of a dramatic idea, and above all - a classic one, which is why he says about himself: "I do not feel like an author. Imagine someone writing a play. What am I doing? I reach out to him, helping to bring this masterpiece to the stage. Do you understand? This is my job. I am a translator. I have no ideas of my own. I'm not even sure that I can be called an artist "[7]. I think it's worth stopping here to understand what it's all about when a director calls himself a "translator." We explain. Taking the classic texts, the director feels like a continuation of the author, empowering himself to preserve the author's style, to find a stage language that expands the possibilities of the text without splashing the child with water. Look for meaning in what is said (written), not outside it, look for meaning in hermeneutics, not in phraseology, in collected by deduction, not inductively, trying to understand sound, or movement, not confession or revelation. One blogger responded to a video of Brooke's play "Mahabharata":



"Current Mood: awake. Finally managed to download the first series of video recording by Peter Brook. The decision impressed me with its simplicity, sophistication and careful attitude to the material. The actors are gathered from all over the world, of all races, which makes the picture magically attractive.

Probably many Indian directors would like to shoot this story, but in the performance of a European, the essence of the material is intact, in any case, not contrary to my view. The selection of actors is unexpected, but watching the behavior of the characters, you see how accurately guessed the interior of each image, its spine. The director is thin, with a great sense of harmony and dignity to the ancient heritage "[12]. Stein sums it up: "The director, by the way, is also, in a sense, Faust. After all, he wants to redo, create, build something. And thus kills the very spirit of the theatre. And in our theatres we can see the result with our own eyes. When the director considers himself more important than what is happening on the stage, the theatre ceases to be a theatre in its purest form. He turns into a puppet - in the bad sense of the word. To a theatre where the actors are just puppets run by a demiurge director. This is the horror of conceptual theatre, which is so popular now and which I personally do not like at all "[10].

#### **8.4. Concept format.**

"Art is bigger than what's happening right now. Updating the topic destroys the work. At all times: in the 1800s, in the 1850s, in the 1900s, in the 2000s, and in the 2050s, "Faust" will be topical precisely because it tells the story of the universal. You can, of course, have something in mind, but in general, linking the production to a specific political situation narrows the idea of the work. And it should be relevant in ten years "[9]. The Sixties, however, are united by a belief in the eternity of artistic themes. They choose if not upbringing, then at least showing the way to the light at the end of the tunnel. "The whole meaning of human existence in the world is spiritual self-improvement. As much as it does not happen, it can be said that humanity has lost its existence "- said Danchenko [4]. And, probably, what unites the sixties is the clarity and simplicity of theatrical speech. Stein puts it this way:



“Theatre must be organic and alive. Raise the most difficult issues, but remain clear and transparent. The viewer must understand what he is being told, become part of what is happening. And if he constantly has a question about what all this means, you have already lost “[6]

If we try to understand what P. Brooke is trying to say when answering the question about the meaning of theatre, we understand that for him the fragile harmony that arises between many people working on the play is extremely important. "It's a disgusting thing when a director starts working on ideas. This is not part of his profession. Such a bad practice began in the early twentieth century, when in Russia and Germany, the director became the real master of the stage. (...) Then the director's dictation became commonplace. A dictatorial director is bad, but it's awful when he's writing plays. Then the most valuable thing in the theatre is destroyed. Instead of polyphony, a rich combination of different personalities, we get a truncated, flat view of the world. But someone put their idea into action. If you think you have ideas that other people should know about, write a book, write a poem, or make a movie. The film is really a one-man affair. The director here is the author. In the theatre, the director has a completely different task. His goal, as I said, is to give life to the invisible. To do this, he needs other people, a long period of contact with them, long Arthur rehearsals, during which the director does not depress the actors, but allows their personalities to manifest themselves most fully [10].

### **8.5. Duration of the play.**

The considerable duration of the performances of the directors of the 60's is their special feature. Brooke "played" the Mahabharata for 9 real hours. Stein "Faust" at the exhibition in Hanover in 2000 - for 20 hours. "More precisely, twenty-two hours. With breaks. It started at 14:00 on Saturday, there was a lunch break in the evening, at 23:00 the performance ended, and the next day continued from 10:00, again with a break for lunch, with an evening intermission for dinner, and ended at 23:00 on Sunday "[9]. His "Oresteia" lasted 8 hours. Part of the protracted rhythm of time can be explained by the principle underlying such a performance - in fact, it is a



reconstruction of the worldview, not stylization - the reproduction of ways of presenting information by means of the era when these artifacts were created. Slow movements, almost meditative dialogues with significant pauses for the flow of thought, making the right decision, etc., the inclusion of sacred dances to express simple and deep emotions. This approach to the classical works of previous epochs corresponds to the aesthetics of the 60's, their leisurely, vain consideration of humanity and its problems is typical of Western culture, where, say, in music universities instrumentalists are taught to play their instruments from the Baroque to the present. The domestic audience is not ready to accept such marathons, so Soviet directors, in particular S. Danchenko, limited themselves to full-blooded theatrical epics during one evening.

In addition, the performances of the sixties were often and remain long-lived. One of the reasons for this phenomenon is, obviously, that the theme of the performances is designed for the long term, for the problems of people who have not disappeared since the "classics" - devotion, honesty, faith, compassion, conscience. Modern design and enterprise theatre are designed approximately or ten shows in a year or six months - then - new requests from society and new echoes on stage. It is interesting that D. Bogomazov expressed his opinion about performances that live for years: "One performance lasts two years, and another - twenty years. The first in a short time answers their own questions. And it is exhausted. Only what is an endless movement between "yes" and "no" can continue [8].

Danchenko's longevity included Ivan Franko's *Stolen Happiness*, Chekhov's *Uncle Vanya*, Kotlyarevsky's *Aeneid*, Sholem Aleichem's *Tevietel*, and Durenmatt's *Visit of the Old Lady*. Stein certainly has *Faust* in various variations. Brooke has the *Cherry Orchard* and the *Mahabharata*.

## **8.6. Methodology.**

Brooke formulates his observations on the origin of the idea in the book "Threads of Time" as follows: "There are many different approaches to the problem of the relationship between stage and audience. (...) Grotowski's actor is a martyr



with whom the spectator cannot identify himself; he can only witness in pious fear the courage of the hero and the sacrifice given to him. Samuel Beckett once told me that for him the play is when a ship near the shore was defeated, which, standing on a rock, the audience helplessly watches, while waving their arms, the passengers are drowning. However, three years of travel have given us a different approach. We are used to meeting the spectator in his own territory, taking his hand and starting to explore something together. For this reason, the image of our theatre is a presentation of history, and a group of actors - a narrator with many heads "[2, C.11-12]. Danchenko came to the rehearsals with premonitions of the plan and ready decisions of only the key episodes. "I am convinced that you should not come to the rehearsal, having thought through every last detail. The main thing is to keep the general feeling of the play, the key scenes "[4]. "Earlier, when the right decision did not come immediately, I resorted to one rather brutal psychological exercise. Cruel, because it is more exhausting than any physical.... There is a transition between reality and dream, when the subconscious mind is more active than consciousness. At this point, you have the opportunity to direct your brain to solve a problem that is difficult to solve for some reason. In those moments, half-heartedly, I focused on the topic, forcing myself to remember all the details of the problem. So, I fell asleep. Therefore, sometimes I had to repeat this "exercise" several evenings. Finally, one night, around three o'clock, I woke up, because the right decision came... "[4, p.49].

## **Conclusions**

Approaching the peculiarities of domestic and European directing of the sixties, we see how much these vain thinkers, dreamers, sincere admirers of cultural traditions, values, but always ready to defend social justice, to fight for the truth as they understand it. The theatrical sixties tend to the golden mean, avoiding explosive experiments, accidental associations, while trying to see the flow of life as broadly as possible, in all its manifestations, without turning a blind eye to contradictions, but without exacerbating them absurdly, without resorting to hypocrisy, posturing or mentoring. They still love the human in man and believe in the possibility of creating



a harmonious world. Utopia? Directors "do not break" the authors, but try to develop the author's opinion, in accordance with the respect for the original texts, rarely resorting to their radical changes. Whether it is worth rushing to include directors of this style and historical period among liberals or neo-romantics ... The question remains open. The only thing that seems obvious is that these directors profess certain common ethical norms not only in interpreting the content of selected material, formulating concepts of productions, but also in methods of working with authors, texts, actors, in relation to the audience in the auditorium.



## *Verweise / References*

### *Chapter 1.*

1. Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ. М., «Машиностроение», 1977, 526 с.
2. Трение изнашивание и смазка. Справочник в 2 книгах. Под ред. И.В. Крагельского и В.В. Алисина – М., «Машиностроение». Кн. 1, 1978, 400 с. Кн. 2, 1978, 358 с.
3. Андреев А.В. Расчет деталей машин при сложном напряженном состоянии – М., «Машиностроение», 1981, 216 с.
4. Биргер И.А., Шорр Б.Ф., Иосилевич Г.Б. Расчет на прочность деталей машин. Справочник. Изд. 4 – М.: «Машиностроение», 1993, 646 с.
5. Учитель А.Д., Малиновский Ю.А., Панченко А.Н. Интенсификация процессов механического взаимодействия инструмента с заготовкой при выполнении высокоточных и энергоемких технологических операций методами давления и резания. *Металлургическая и горнорудная промышленность № 5-6, Дніпро, 2019, с. 1 – 28.*
6. Александров В.М., Мхитарян С.М. Контактные задачи для тел с тонкими покрытиями и прослойками. М., «Наука». Главная редакция физико-математической литературы, 1983, - 488 с.
7. Галин Л.А. Контактные задачи теории упругости и вязкоупругости. М., «Наука», 1980.
8. Исаев И.П., Лужнов Ю.М. Проблемы сцепления колес локомотива с рельсами. М., «Машиностроение», 1983, с. 240.
9. Смирнов В.В., Яковлев Р.А. Механика приводов прокатных станов. М., «Металлургия», 1977, с. 276.
10. Вибрации в технике. Справочник в 6-ти томах. Том 2. Под редакцией В.В. Болотина. М., «Машиностроение», 1978, с. 352.
11. Эрлих Л.Б., Кособудский В.А., Вершин Л.И. Волнообразование на обкатываемых поверхностях. М., «Наука», 1973. с. 51.
12. Тихонов А.Н., Васильева А.Б., Свешников А.Г. Дифференциальные уравнения. Изд. 2. М., «Недра». Главная редакция физико-математической



литературы, 1985. с. 231.

13. Малиновский Ю.А., Данилина Г.В., Даценко С.Ю. и др. Квазистатические особенности постановки деформационно-волновых задач при трении и изнашивании. *Металлургическая и горнорудная промышленность*, № 3, 2018. с. 66-71.

14. Пановко Я.Г., Губанова И.И. Устойчивость и колебания упругих систем. 3 изд. – М., «Наука» Главная редакция физико-математической литературы, 1979, 384 с.

## *Chapter 2.*

1. Указ Президента України №447/2021 «Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 14 травня 2021 року "Про Стратегію кібербезпеки України"» .

2. Закон України Про критичну інфраструктуру № 1882-IX від 16.11.2021р. *Голос України*. 2021. № 236.

3. Закон України «Про основні засади забезпечення кібербезпеки України». Документ 2163-VIII. *Відомості Верховної Ради (ВВР)*. 2017. № 45.

4. Барченко Н. Л., Ободяк В. К.. Система стандартів комплексних систем захисту інформації та управління інформаційною безпекою. *Сучасні інформаційні технології в кібербезпеці : монографія за ред. В. К. Ободяка, І. В. Шелехова*. Суми : Сумський державний університет, 2021. С.176-193.

5. Toliupa S., Nakonechny V., Brailovskyi N.. Building cyber-security systems of information networks based on intellectual technologies. Построение систем кибербезопасности информационных сетей на основе интеллектуальных технологий. // *Scientific and Practical Cyber Security Journal (SPCSJ)* 1(1):10-19. Scientific Cyber Security Association (SCSA), 2017. p.11.

6. Алпеев А.С. Ежемесячное приложение к журналу «Стандарты и качество». Экологические аспекты проблем надежности и безопасности технических систем. «Основные понятия безопасности». М., 1994.

7. Тарасенко Ю.С., Соляніков В.Г., Калюжний О.Е. Концептуально-гносеологічні аспекти інформаційної безпеки (захисності) з позицій соціальної інженерії // *Системи та технології*. 2020. № 2(60). С. 92-101.



8. Тарасенко Ю.С., Смірнов В.В., Солянніков В.Г. Критичні інфраструктури с позицій антитерористичної безпеки / Інноваційні технології, моделі управління кібербезпекою: зб. матер. Міжнарод. наук.-практич. інтернет-конференції (м.Дніпро, 13– 15 груд. 2021р.). Дніпро, 2021. С. 27-29.

9. Гитман М.Б., Столбов В.Ю., Гилязов Р.Л. Управление социально-техническими системами с учетом нечетких предпочтений. М.: ЛЕНАНД, 2011. 272 с.

10. Губко М.В. Математические модели оптимизации иерархических структур. М.: ЛЕНАНД, 2006. 264с.

11. Ван Чунжі, Яцишин С. П., Лиса О. В., Мідик А. В. Кіберфізичні системи та їх програмне забезпечення // Вимірювальна техніка та метрологія: міжвідомчий наук.-техн. збірник. Львів: вид-во Львівської політехніки, 2018. Т. 79. № 1. С. 34-38.

12. Тарасенко Ю.С., Солянніков В.Г. Інформаційні системи з позицій забезпечення надійності та невизначеності вимірювань / Інноваційні технології, моделі управління кібербезпекою: зб. матеріалів міжнар. наук.-практич. інтерн.-конф. (м. Дніпро, 14 – 16 квіт., 2021р.). Дніпро, УМСФ, 2021. С. 29 - 30.

13. Вострецова, Е. В. Основы информационной безопасности: учебное пособие для студентов вузов. Екатеринбург: изд-во Урал. ун-та, 2019. 204 с.

14. Тарасенко. Ю.С. Фізичні основи радіолокації: навч. посіб. Дніпро: «Пороги», 2011. 487с.

### *Chapter 3.*

1. Волониць В. Система охорони здоров'я в УРСР та спроби її реформування. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету ім. М. Коцюбинського*. Серія: Історія. 2021. Випуск 37. С. 63-73. <https://doi.org/10.31652/2411-2143-2021-37-63-73>

2. Гавайська декларація II Всесвітньої психіатричної асоціації, Вена. Австрія, 1983, документ 995\_872 URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_872#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_872#Text)

3. Декларація ВООЗ «О психическом здоровье в странах, которые образовались после распада СССР», 2008, Мерано, Италия



4. Звіт Національної служби здоров'я України 2019. URL: <https://nszu.gov.ua/gromadyanam/zviti-nszu>

5. Закон України «Про державні фінансові гарантії медичного обслуговування населення» від 19.10.2017 № 2168-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2168-19#Text>.

6. Заключительний акт Совецания по безопасности и сотрудничеству в Европе. Хельсинки, 1975, документ 994\_055. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994\\_055#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_055#Text)

7. Закон України «Про психіатричну допомогу» (із змінами)/Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2000, № 19, ст.143). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1489-14#Text>

8. Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо надання психіатричної допомоги», 2017. № 2205-VIII URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2205-19#Text>

9. Закон України «Про співробітництво територіальних громад», 2014 р. № 34. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1508-18#Text>

10. Закон України «Про добровільне об'єднання територіальних громад», 2015 р. № 13. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/157-19#Text>

11. Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо визначення територій та адміністративних центрів територіальних громад» за № 562-IX. 2020 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/562-20#Text>

12. Криченко Л., Мотайло О. Нові підходи до фінансування системи охорони здоров'я. *Аспекти публічного управління*. 2021. Том 9. № 2. С.86-100. Doi: 10.15421/152122

13. Коломієць О.О. Система охорони здоров'я в Україні: недоліки організації та ризики реформування. *Економічний вісник НТУУ «КПІ»: збірник наукових праць*. 2018. № 15. С.18-27. <https://doi.org/10.20535/2307-5651.15.2018.135920>

14. Концепція розвитку охорони психічного здоров'я в Україні на період до 2030 року. *Нейронews. Психоневрологія та нейропсихіатрія*, 2018. 2 (95), С. 6–10. URL: Retrieved from [https://neuronews.com.ua/uploads/issues/2018/2\(95\)/NN182\\_6-](https://neuronews.com.ua/uploads/issues/2018/2(95)/NN182_6-)



[10\\_0b35833a1f3740556679e3ee6aec50ba.pdf](#)

15. Конституція України: Закон від 28.06.1996 р. № 254к/96-ВР з внесеними законами України від 8.12.2004 № 2222-IV, від 01.02. 2011 р. № 2952-VI, від 19.09.2013 р. № 586-VII. URL: [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/Z960254K.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/Z960254K.html)

16. Конвенція «про захист прав людини і основоположних свобод», Рим, 1950 № ETS N005 URL: [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/ed\\_1950\\_11\\_04/an/628311/MU50K02U.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/ed_1950_11_04/an/628311/MU50K02U.html)

17. Комплексний план дій ВООЗ щодо психічного здоров'я на 2013-2020-роки, 2013. Женева, 66-а Всесвітня Асамблея. URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/151502>

18. Концептуальна записка. Експертний комітет ВПА щодо кризи психічного здоров'я в Україні. червень 2020. World Psychiatric Association. Advance Psychiatry and Mental Health Across the World. URL: <https://www.gip-global.org/files/ukraine-policy-brief-final-ua.pdf>

19. Лехан В.М., Крячкова Л.В., Заярський М.І. Аналіз реформ охорони здоров'я в Україні: від здобуття незалежності до сучасності. *Україна. Здоров'я нації*. 2018. № 4(52). С.5-11

20. Постанова Кабінету Міністрів України «Про утворення Національної служби здоров'я України» від 27 грудня 2017 р. № 1101-2017-п. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1101-2017-%D0%BF#Text>

21. Психічне здоров'я на перехідному етапі: результати оцінювання та рекомендації для інтеграції охорони психічного здоров'я в систему первинної медичної допомоги та громадські платформи в Україні. Міжнародний медичний корпус за підтримки групи Світового Банку. World Bank Group. [documents.worldbank.org > 120767-Ukrainian-PUBLIC-mental-health-UA](https://documents.worldbank.org/120767-Ukrainian-PUBLIC-mental-health-UA) [ipz.org.ua > uploads > 2018/01 > MH-report-for\\_INTERNET\\_All\\_ua. URL: https://documents1.worldbank.org/curated/en/747231517553325438/pdf/120767-Ukrainian-PUBLIC-mental-health-UA.pdf](https://documents1.worldbank.org/curated/en/747231517553325438/pdf/120767-Ukrainian-PUBLIC-mental-health-UA.pdf)

22. Положение и взгляды Всемирной психиатрической ассоциации о правах и юридической защите психически больных, VIII Всемирный конгресс



по психиатрии, Афины, Греция, 1989, документ 995\_871. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_871#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_871#Text)

23. Постанова КМУ «Деякі питання створення госпітальних округів» від 20109 р. за № 1074, зі змінами і доповненнями від 2020 р. № 589. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/view/kp191074?an=1>

24. Постанова КМУ «Деякі питання реалізації програми державних гарантій медичного обслуговування населення 2022 році», 2021 р. № 1440. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1440-2021-%D0%BF#Text>

25. Резолюция 46/119 Защита лиц с психическими заболеваниями и улучшение психиатрической помощи, 1992, документ 995\_905. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_905#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_905#Text)

26. Розпорядження КМУ «Про затвердження плану заходів на 2021-2023 роки з реалізації Концепції розвитку охорони психічного здоров'я в Україні на період до 2030 року», 2021. №1215-р URL: <https://ips.ligazakon.net/document/view/kr211215?an=11>

27. Спільний звіт ВООЗ та Світового банку. Україна: огляд реформи фінансування системи охорони здоров'я 2016-2019 URL: [https://www.euro.who.int/data/assets/pdf\\_file/0018/425340/WHO-WB-Joint-Report\\_UKR\\_Full-report\\_Web.pdf](https://www.euro.who.int/data/assets/pdf_file/0018/425340/WHO-WB-Joint-Report_UKR_Full-report_Web.pdf)

28. Чорна В.В. Порівняльний аналіз фінансування сфери охорони здоров'я України та країн ЄС. *Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України*. 2021. №1(87). С. 45-49 <https://doi.org/10.11603/1681-2786.2021.1.12142>

29. Чорна В.В. Реформування охорони здоров'я для зміцнення психічного здоров'я населення України та досвід країн ЄС. *Вісник Вінницького національного медичного університету*. 2020. № 3 (Т.24). С.447-456 DOI: 10.31393/reports-vnmedical-2020-24(3)-11

30. Чорна В.В. Детермінація психічного здоров'я населення України та країн ЄС. *Довкілля та здоров'я*. 2020. № 2 (95). С. 47-53. <https://doi.org/10.32402/dovkil2020.02.04710>. 11.

31. Чорна В.В., Фурман Л.Б., Подолян В.М. Гігієнічні заходи з оптимізації умов функціонування закладів охорони здоров'я та профілактики



захворювань медичних працівників. *Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України*. 2021. № 2. С. 45-52 DOI 10.11603/1681-2786.2021.2.12381

32. Chorna V.V., Makhniuk V., Gumeniuk N., Khliestova S., Tomashevskiy A.O. Comparative analysis of morbidity indicators among the population of the eu and Ukraine under conditions of stressed load of the Anti-terrorist operations and psych prophylaxis measures. *Georgian medical news*. 2020. №5(302). С. 147-154

33. Chorna V.V., Podolian V. M. Analysis of changes in mental health after COVID-19 transfer and health care resources. *PNAP Scientific Journal of Polonia University Perodyk Naukowy Akademii Polonijnej* 2020, Том 43 № 6, P.263-268. DOI <https://doi.org/10.23856/4334>

34. Mental health in transition: evaluation results and recommendations for the integration of mental health into the primary care system and community platforms in Ukraine. International Medical Corps with the support of the World Bank Group. [documents.worldbank.org > 120767-Ukrainian-PUBLIC-mental-health-UA](https://documents.worldbank.org/120767-Ukrainian-PUBLIC-mental-health-UA) [ipz.org.ua](http://ipz.org.ua) > uploads > 2018/01 > MH-report-for\_INTERNET\_All\_ua

35. Honig A., Sierink D., Verwey B. The tasks and aims of hospital psychiatry today and in the future. *Tijdschr Psychiatr*. 2016. Vol. 58(10):733-738.

#### ***Chapter 4.***

Fisher ES: Building a medical neighborhood for the medical home. *N Engl J Med* 2008; 359:1202-1205. ( дата обращения 10.02.2022)

Keyser DJ, Houtsinger JK, Watkins K, et al: Applying the Institute of Medicine quality chasm framework to improving health care for mental and substance use conditions. *Psychiatr Clin N Am* 2008; 31:43-56 ( дата обращения 10.02.2021)

Simon GE, Ludman EJ, Tutty S, et al: Telephone psychotherapy and telephone care management for primary care patients starting antidepressant treatment: a randomized, controlled trial. *JAMA* 2004; 292:935-942 ( дата обращения 10.02.2022)

Roy-Byrne P, Craske MG, Sullivan G, et al: Delivery of evidence-based treatment for multiple anxiety disorders in primary care: a randomized, controlled trial. *JAMA* 2010; 303:1921-1928 ( дата обращения 3.02.2022)



Deegan PE, Rapp C, Holter M, et al: Best practices: a program to support shared decision-making in an outpatient psychiatric medication clinic. *Psychiatr Serv* 2008; 59:603605 ( дата обращения 10.02.2022)

Murphy E, Kapur N, Webb R, et al: Risk assessment following self-harm: comparison of mental health nurses and psychiatrists. *J Adv Nurs* 2011; 67:127-139 ( дата обращения 1.02.2022)

Yager J: The 2002 Psychologist Prescribing Law in New Mexico: the psychiatrist's perspective. *Maryland Med* 2002; 3:21-25, 45 ( дата обращения 7.02.2022)

Arora S, Geppert C, Kalishman S, et al: Academic health center management of chronic diseases through knowledge networks: Project Echo. *Acad Med* 2007; 82:154-160 ( дата обращения 10.02.2022)

The impact of the COVID-19 pandemic on suicide rates / Leo Sher // *QJM: An International Journal of Medicine*. 2020. Vol. 113, Issue 10, October. Pp. 707–712

The Impact of Sheltering in Place During the COVID-19 Pandemic on Older Adults' Social and Mental Well-Being / Anne C. Krendl, PhD, Brea L. Perry, PhD // *The Journals of Gerontology: Series B*. 2020. doi: 10.1093/geronb/gbaa110

Mental health and psychological resilience during the COVID-19 pandemic. Рекомендательное письмо ВОЗ от 27.03.2020. <https://www.euro.who.int/>

### ***Chapter 5.***

1. Bilyk T.I. Protein content in the tissues of some fish species of the Kremenchuk Reservoir // *Fisheries*, 1985.- Vol. 41. – pp.59-63.

2. Brashe Z. *Biochemical embryology*. – M.: Publishing House of Foreign Literature, 1961. – 327 p.

3. Detlaf T.A., Fendlenhauer P.E., Stepanov E.S., Chuditskaya E.V., Protein synthesis in sturgeon oocytes at different times of the maturation period and the effect of suppression of this synthesis on the change of oocytes // *Ontogenesis*, 1980 – 11, № 1 – pp.24-30.

4. Ivanov A.P. *Fish farming in natural reservoirs*. – M.: VO Agropromizdat, 1988. – 367 p.

5. Isayev A.I., Karpova E.I. *Reservoir fisheries*. – M.: Agropromizdat, 1989. –



pp. 51-54.

6. Kangur A. Physiological and biochemical features of the annual cycle of bream from Lake Vyrtsjarv 1. Dynamics of dry matter, protein and fat content in muscles // Proceedings of the Academy of Sciences of the Estonian SSR. Biology. 1975. – Vol.34, №1. – pp.72-82.

7. Kirsipuu A.I., Laugaste K.O. About seasonal changes in protein metabolism in bream // Modern issues of ecological physiology of fish. – M.: 1979. – pp.174-178.

8. Kirsipuu A.I., Laugaste K.O. Some aspects of the effect of temperature on fish metabolism // Basics of bioproductivity of Baltic reservoirs. Tartu, 1975. – pp.371-375.

9. Kozlov A.N. Some features of fat metabolism of marble nototenia Some features of fat metabolism of marble nototenia *Nototenia rossimormorata* Fiaher in the pre-spawning period // All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography. 1972 – 85, Vol. 3. – pp.117-129.

10. Koshelev B.V. Ecological and morphological study of gametogenesis of sexual cycling and reproduction of fish // Ecological-morphological and ecological-physiological studies of fish development. – M.: Publishing house "Science", 1978. – pp.10-43.

11. Kryvobok M.N. On the role of the liver in the maturation of herring ovaries *Clupea harengus membras* // Questions of ichthyology 1964. – Vol.4, №3.

12. Lapina N.N. Seasonal dynamics of ecological and physiological indicators of the Mozhaisk reservoir roach // Ecological physiology of fish. p.2. Abstracts of the 111th All-Union Conference Kyiv, 1976. - K. :Scientific opinion, 1976. – pp.15-16.

13. Lapina N.N. Dynamics of some physiological parameters of bream of Rybinsk reservoir during the annual cycle // MSU Journal. S.16. Biology. 1980. №2. – pp.63-69.

14. Laugaste K. Seasonal dynamics of the relative weight of the bream liver and the content of glycogen and fat in it // Proceedings of the Academy of Sciences of the Estonian SSR. Biology., 1969, – Vol.18, №4. – pp. 370 – 385.

15. Laugaste K., Kirsipuu A., Kangur A. Influence of nutrition and water temperature on some histological parameters of the liver, blood serum proteins and the biochemical composition of bream muscles // Hydrobiological research 1974,



Vol.6 Tartu. – pp. 199-206.

16. Lizenko E.I., Chechenkov A.V., Polina A.V. Lipid content in some organs of hatchery juvenile Atlantic salmon depending on age, season and growing conditions // *Biochemistry of freshwater fishes of Karelia*. Petrozavodsk, 1980. – pp. 21-29.

17. Makeyeva A.P. *Fish embryology* -M.: MSU Publishing House, – 1992. – 216 p.

18. Maliyenko A.V. Lipid content in the body of some fish species of the Kremenchuk Reservoir // *Nutritional needs and energy balance in fish*. – K.: Publishing house «Scientific thought», 1973. – pp. 149-162.

19. Maliarevskaya A.Y., Birger T.I. Biochemical composition of spawners, eggs and larvae of roach and bream // *Influence of the quality of spawners on the offspring of fish*. – K.: Scientific Thought Publishing House, 1978, – pp.5-34.

20. Melnik A.P., Vlasova N.M., Kolos O.M., Didenko O.V. Species features of distribution and accumulation of heavy metals in organisms of benthic fish of the Kremenchuk reservoir // *Fisheries science of Ukraine*, 2013., №1. – pp.25-30.

21. Myskovets N.P., Leliach K.L. Impact of the greenhouse effect and global warming on the fisheries industry // *Problems of rational use of socio-economic and natural resource potential of the region*. 2014, Vol. XX, №3. – pp.216-233.

22. Neifakh A.A., Tymofeyeva M.Y. *Molecular Biology of Developmental Processes*. – M.: Science, 1977. – 312 p.

23. Ozerniuk N.D. *Energy metabolism in the early ontogeny of fish*. – M.: Science, 1985. – 173 p.

24. *Workshop on biochemistry* / Red. S.E. Severina, G.A. Solovyeva. M.: Publishing House of Moscow State University, 1989. – 509 p.

25. Prokhorova M.I., Tupikova Z.N. *A large workshop on carbohydrate and lipid metabolism*. L., 1965. – 101 p.

26. Sakun O.F., Butskaya N.A. *Determining the stage of maturity and studying the sexual cycles of fish*. – Murmansk, 1963. – 47 p.

27. Sidorov V.S., Lizenko V.I., Ripatti P.O., Bolgova O.M. *Fish lipids (literature review) // Comparative biochemistry of fish and their helminths* – Petrozavodsk, Karelian Branch of the USSR Academy of Sciences, 1977. – pp.5-56.



28. Shulman G.E. Determining the supply of fish with food by the intensity of fat accumulation and the level of fat reserves in their body // Zoological journal., 1963, Vol.42, №4.
29. Shulman G.E. Physiological and biochemical features of the annual cycles of fish. – M.: Food industry, 1972. – 212 p.
30. Yarzhombek A.A. Influence of fat content of Baltic cod males on the power of their generative metabolism // Fisheries, 1971, №5.
31. Encyclopedia of Clinical Laboratory Tests. Red. Titsa N.. M.: Labinform, 2000. 452 p.
32. Lowry J.O.H., Rosenbrough N.J. Farr A.L. et al. Protein measurement with the Folin phenol reagent. J. Biol.Chem. 1951. 193. P.265–275.

### *Chapter 6.*

1. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві : підруч. Київ : Урожай, 1988. 208 с.
2. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений как основа их продуктивности в биосфере и земледелии. *Фотосинтез и продукционный процесс* : сб. науч. тр. Москва, 1988. С. 177-187.
3. Акіліна О. В., Пасічник В. Г. Економічне обґрунтування господарських рішень : навч. посіб. Київ : Центр навчальної літератури, 2005. 144 с.
4. Коваленко О. А. Агроекологічне обґрунтування та розробка елементів біологізованих технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах Півдня України. – *Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.09 – рослинництво*. Херсонський державний аграрно-економічний університет, Херсон, 2021. 592 с.
5. Тараріко Ю. О., Несмашна О. Е, Глущенко Л. Д. Енергетична оцінка систем землеробства і технології вирощування сільськогосподарських культур : метод. реком. Київ : Нора-прінт, 2001. 60 с.
6. Гулянов Ю. А., Досов Д. Ж. Особенности формирования площади листьев и фотосинтетического потенциала при различном сочетании приемов



удобрения озимой пшеницы на черноземах южных Оренбургского Предуралья. *Известия Оренбургского ГАУ*. 2014. № 3. С. 26-29.

7. Прогнозування сум ефективних температур і сумарного водоспоживання посівів для польових культур. 2016. <https://lektsii.org/6-32218.html>.

8. Кожухарь Т. В., Кириченко Е. В., Кохан С. С. Влияние минеральных удобрений и предпосевной обработки семян биологическими препаратами на содержание хлорофилла в листьях озимой пшеницы. *Агрехимия*. 2010. № 1. С. 61-67.

9. Каюмов М. К. Программирование продуктивности полевых культур. Москва : Агропромиздат, 1989. 186 с.

10. Кропоткин А. В., Прокди Р. Г. Новичок. Excel 2010: работа с электронными таблицами и вычисления. Санкт-Петербург : Наука и Техника, 2010. 192 с.

11. Pakshina S. M., Torikov V. E., Belous N. M., Melnikova O. V. Influence of transpiration on grain productivity. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2016. Т. 7. № 1. P. 1486-1493.

12. Технологія виробництва продукції рослинництва : навч. посіб. Ч.2 / [Мельник С.І., Муляр О.Д., Кочубей М.Й., Іванцов П.Д.]. К. : Аграрна освіта, 2010. 405 с.

13. Методичні вказівки для виконання практичних, самостійних робіт і розрахункового розділу з курсового проекту з „Рослинництва” (Модуль 4. Змістовий модуль 7. Основи програмування врожайності польових культур) студентами факультету плодоовочівництва, екології та захисту рослин підготовки за спеціальностями 203 – садівництво та виноградарство та 202 – захист і карантин рослин / Уманський НУС: Редакційно-видавничий відділ, 2019. 58 с.

14. Програмування врожаїв сільськогосподарських культур: для виконання практичних завдань студентами факультету агрономії за напрямом підготовки 201 Агрономія. Умань: Редакційно-видавничий відділ УНУС, 2019. 60 с.

15. Гололобова О.О. Засоби збалансованого використання агросфери: методичні вказівки для студентів екологічних спеціальностей вищих



навчальних закладів / О. О. Гололобова. – 2-ге вид перероб. та доп. Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. 64 с.

16. Технологія виробництва продукції рослинництва : навч. посіб. Ч.2 / [Мельник С.І., Муляр О.Д., Кочубей М.Й., Іванцов П.Д.]. К. : Аграрна освіта, 2010. 405 с.

17. Мельникова О.В. Биоклиматический потенциал продуктивности полевых культур на юго-западе Центрального региона России. *Вестник Брянской ГСХА*. 2011. № 2. С.59-69.

18. Мельникова О. В., Торигов В. Е. К вопросу биоклиматического потенциала продуктивности полевых культур на юго-западе Центрального региона России. *Агроконсультант*. 2011. № 2. С. 51-60.

### *Chapter 7.*

1. Березівський П. С. Організаційно-економічні параметри ресурсощадних технологій виробництва продукції рослинництва і тваринництва. Львів: Українські технології, 2000. 221 с.

2. Бомба М. Я. Кормовий буряк: шляхи вдосконалення технології вирощування. Львів. 2005. Вип. 5. С. 28–30.

3. Бурко Л. М. Продуктивність та якість різних гібридів буряків кормових залежно від живлення та густоти. Історія освіти, науки і техніки: матеріали VII Всеукр. конф., 16 березня 2012 р. К., Ч. 2. С. 57–58.

4. Глеваський Г. В. Буряківництво. К. Вища школа, 1991. 320 с.

5. Гоменюк В. О. Буряківництво: Навчальний посібник. Вінниця: Континент. 1999. 276 с.

6. Демидась Г. І., Бурко Л.М. Продуктивність буряків кормових залежно від удобрення в умовах Правобережного Лісостепу. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН». 2010. Вип. 4. С. 183–186.

7. Драганская М. Г. Качество коренеплодов кормовой свеклы в зависимости от уровня питания. М. 2012. № 2. С. 33–35.

8. Заришняк А. С. Буряківництво. Проблеми інтенсифікації та ресурсозбереження / під заг. ред. В. Зубенка. Київ. 2007. С.170–196.

9. Ігнат'єв М. О. Буряківництво. Кам'янець-Подільськ, 2002. 208 с.



10. Мартинюк І. В. Удосконалювати технологію вирощування буряків кормових. Тваринництво України. № 6. 2003. С. 27–31.
11. Мартинюк І. В. Буряки кормові: наукові та прикладні аспекти технології вирощування: монографія. К. Урожай, 2006. 217 с.
12. Мотрук І. Н. Буряки кормові: біологія, технологія. К. 2001. 232 с.
13. Ресурсозберігаюча технологія вирощування буряків кормових: методичні рекомендації / [за ред. В. М. Польовий, С. В. Якубовський, Г. В. Ровна]. Рівне. 2000. 10 с.
14. Роїк М. В. Буряки. К.: ХХІ вік. РІА. Труд, 2001. 320с.
15. Ступаков І. А., Шумаков А. В. Технология возделывания кормовой свеклы. Земледелие. 2010. № 8. С. 33–34.
16. Технологія вирощування буряків кормових (методичні рекомендації) / [О. В. Корнійчук та ін.]. К.: ННЦ "ІАЕ", 2011. 28 с.
17. Фомічов А. М. Прогресивна технологія вирощування буряків кормових на корм і насіння: методичні рекомендації. Київ, 1985. 14 с.
18. Фомічов А. М. Прогрессивная технология производства кормовых корнеплодов. Земля и люди. 1990. С. 48.

### ***Chapter 8.***

1. Брук Питер. Блуждающая точка: Статьи. Выступления. Интервью / Перев. с англ. М. Ф. Стронина, предисл. Л. А. Додина. СПб.; М.: Малый драматический театр; Артист. Режиссер. Театр, 1996. 270 с.
2. Брук Питер. Нити времени / Питер Брук. // Звезда. – 2003. – №2
3. Гребенник Георгий. Записки университетского человека. [Електронний ресурс]/ Григорий Гребенник // Одесса. Нац. Универс.им. И.И. Мечникова.«Печатный дом». — 2014. — Режим доступа до ресурсу: <http://fs.onu.edu.ua/clients/client11/web11/pdf/Grebennik.pdf>
4. Данченко Сергій. Національний театр – це театр великого стилю. /Сергій Данченко «Бесіди про театр». - Автор проекту VIVA VOX Олена Коваленко, автор літературного запису, обробки та упорядкування Коваленко О.М. – К.: 1999, 219 с. Danchenko Sergey. The National Theater is a theater of great style. / Sergey Danchenko "Conversations about the theater". - The author of the VIVA



VOX project Olena Kovalenko, the author of the literary record, processing and arrangement Kovalenko OM - K .: 1999, 219 pp.

5. Коваленко О.М. Між «великим стилем» і постмодерним «театром художника». // Курбасівські читання: Курбасівські читання: наук.вісн./ Нац. центр театр. мистец. ім.Леся Курбаса; редкол.Н. Корнієнко (голова) та ін.. – 2011. – №6 (ч.1). – С. 54–66. Kovalenko Olena.M. Between "great style" and postmodern "artist's theater". // Kurbas readings: Kurbas readings: scientific report / Nat. theater center. artist. Les Kurbas; redcol.N. Kornienko (chairman) and others. - 2011. - №6 (part 1). - P. 54–66.

6. Колязин Владимир. «Наплевать мне. Я пытаюсь реализовать вещи, которые стоят в партитуре» Петер Штайн о привидениях, монстрах, танцующих скелетах и летающих конях в своем «Осуждении Фауста» в Большом театре: Режим доступа до ресурсу: [https://www.colta.ru/articles/music\\_classic/11826/](https://www.colta.ru/articles/music_classic/11826/).

7. Кудрявцева Валерия. Петер Штайн: «Покупаю семена у настоящего мафиози». [Электронный ресурс] / Кудрявцева Валерия // Газета «Культура». Театр. – 2014. – Режим доступа до ресурсу: <http://portal-kultura.ru/articles/theater/32952-peter-shtayn-pokupayu-semena-u-nastoyashchego-mafiozi>.

8. Мигашко Елена. Богомазов Дмитрий: «Быть живым сегодня – уже героизм» [Электронный ресурс] / Елена Мигашко// Theatre.ua. – 2017. – Режим доступа до ресурсу: <http://teatre.com.ua/modern/mytryj-ogomazov-yt-zhyvym-segodnja--uzhe-geroyzm/>.

9. Павлюченко Катерина. «Фауст» после Штайна?. [Электронный ресурс] / Катерина Павлюченко // Сеанс. – 2012. – Режим доступа до ресурсу: <http://seance.ru/n/47-48/malaya-stsena-faust-v-germanii/faust-posle-shtayna/№47/48.FAUST>.

10. Соломонов Артур. Питер Брук: Я ненавижу слово культура. [Электронный ресурс] / Артур Соломонов// Известия. - 2005. – Режим доступа до ресурсу:

<https://archive.is/20130417041955/www.izvestia.ru/culture/article1323393/#selection-491.0-1253.204>



11. Хохрякова Светлана. И ты, Брук: Чеховский фестиваль остался без выдающегося режиссера. [Электронный ресурс] / Светлана Хохрякова// МКРУ. - 2017. - Режим доступа до ресурсу: <https://www.mk.ru/culture/2017/06/27/i-ty-bruk-chekhovskiy-festival-lishilsya-vydayushhegosya-rezhissera.html>

12. bhima. Другое кино. Смотрим. Пишем. Обсуждаем. Махабхарата. Питер Брук [Электронный ресурс] / bhima – Режим доступа до ресурсу: <http://drugoe-kino.livejournal.com/1229241.html>



SCIENTIFIC EDITION

MONOGRAPH  
PROSPEKTIVE GLOBALE WISSENSCHAFTLICHE TRENDS  
INNOVATIVE TECHNIK, SICHERHEIT, MEDIZIN, BIOLOGIE, LANDWIRTSCHAFT,  
KUNSTGESCHICHTE

*PROSPECTIVE GLOBAL SCIENTIFIC TRENDS  
INNOVATIVE TECHNOLOGY, SECURITY, MEDICINE, BIOLOGY, AGRICULTURE, ART  
HISTORY  
MONOGRAPHIC SERIES «EUROPEAN SCIENCE»  
BOOK 11. PART I*

*Authors:*

Dvoretzky D.N. (1), Malinovskiy Y.A. (1), Minenko R.V. (1), Oliinyk S.Y. (1),  
Tsvirkun S.L. (1), Vlasenkov D.P. (1), Voytenko N.V. (1), Klym V.Y. (2),  
Tarasenko Y.S. (2), Chorna V.V. (3), Khliestova S.S. (3), Serebrennikova O.A. (3),  
Serheta I.V. (3), Akimenko G. (4), Fedoseeva I.F. (4), Kirina Y.Y. (4),  
Seledtsov A.M. (4), Khyzhniak M.I. (5), Kononenko R.V. (5), Rudyk-Leuska N.Y. (5),  
Yevtushenko M.Y. (5), Kovalenko O.A. (6), Burko L.N. (7), Svistunova I.V. (7)

The scientific achievements of the authors of the monograph were also reviewed and recommended for publication at the international scientific symposium  
«**Prospektive globale wissenschaftliche Trends '2022 / Prospective global scientific trends' 2022**»  
(May 30, 2022)

The monograph is included in  
*International scientometric databases*

500 copies  
May, 2022

Published:  
*ScientificWorld -Net Akhat AV*  
Lußstr 13,  
Karlsruhe, Germany



Monograph published in the author's edition

e-mail: [editor@promonograph.org](mailto:editor@promonograph.org)  
<https://desymp.promonograph.org>

ISBN 978-3-949059-56-8



9 783949 059568





WINEXTAGER