

**СЕТЕВОЕ ИЗДАНИЕ СОВЕТА РЕКТОРОВ ВУЗОВ БОЛЬШОГО АЛТАЯ**

**Россия**

**КАЗАХСТАН**

**КИТАЙ**

**Монголия**

# **GRAND ALTAI RESEARCH & EDUCATION**

**НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ БОЛЬШОГО АЛТАЯ**

**2021'1(14)**

**<http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/>**

**ISSN 2410-485X**

Учредитель ФГБОУВО «Алтайский государственный технический университет им.И.И.Ползунова»  
(АлтГТУ) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

## «Grand Altai Research & Education / Наука и образование Большого Алтая»

Выпуск 1 (14), 2021 год

Электронное периодическое издание межрегионального объединения  
«Совет ректоров вузов Большого Алтая» (СРВБА)

Периодичность выхода 2 раза в год

ISSN 2410-485X

Журнал издается с IV квартала 2014 года по решению 4-го заседания Совета ректоров вузов Большого Алтая (СРВБА) от 28 мая 2014 года (Университет Шихэцзы, СУАР КНР) в формате сетевого издания (интернет-журнал). Издание ориентировано на научные статьи, отвечающие требованиям, предъявляемым к рецензируемым научным изданиям, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени. Журнал индексируется в РИНЦ.

© Совет ректоров Большого Алтая. Алтайский государственный технический университет им.И.И.Ползунова. «Наука и образование Большого Алтая / Grand Altai Research & Education» [Электронный ресурс] / Алтайский государственный технический университет им.И.И.Ползунова. Электрон. журн. — Барнаул: АлтГТУ, 2020. Систем. требования: от 386 ; Windows ; Internet-браузер ; Adobe Reader. — Загл. с экрана. — Периодичность выхода: 2 раза в год.

Адрес редакции:  
656038, Российская Федерация, Алтайский край, г.Барнаул, пр.Ленина, д.46, АлтГТУ  
Секретариат межрегионального объединения «Совет ректоров вузов Большого Алтая»  
тел./факс: (3852) 29-87-36 тел.: (3852) 29-08-77  
e-mail: grand.altai@gmail.com

### О редакции

#### Главный редактор

Ананьева Елена Сергеевна, начальник научного управления, АлтГТУ, канд. техн. наук, доцент.

#### Состав редколлегии:

1. Толеген Мухтар Адильбекович, ректор ВКГУ, канд. юрид. наук, доцент.
2. Беушев Александр Анатольевич, проректор по научной и инновационной работе АлтГТУ, канд. хим. наук.
3. Гурьев Алексей Михайлович, д-р техн. наук, профессор АлтГТУ.
4. Бабин Валерий Геннадьевич, ректор ГАГУ, канд. ист. наук, доцент.
5. Дай Бинь, президент Университета Шихэцзы.
6. В. Сайнбаяр, Ph.D., президент Ховдского государственного университета, доцент.
7. Шишин Михаил Юрьевич, Институт комплексных исследований Большого Алтая (АлтГТУ), директор, д-р филос. наук, профессор.

Выпускающий редактор — О.З.Енгоян.

## Оглавление

<b>I. Экономика и социально-экономическое развитие Большого Алтая .....</b>	<b>4</b>
<b><i>Бакей Азипар, Батхишиг Бадамдорж</i></b> Экономические вопросы регулирования поголовья скота в соответствии с потенциальной нагрузкой пастбищ .....	4
<b><i>Баярсүх Н.</i></b> Состояние органического сельского хозяйства и научные подходы биоинтенсивной технологии в аграрном производстве Монголии .....	15
<b><i>Беспалый С.В.</i></b> Индустрия 4.0 и воздействие на рынок труда в Казахстане.....	23
<b><i>Галкин Д.Г.</i></b> Стратегия и тактика адаптации сельского хозяйства к последствиям изменения климата: региональный аспект.....	31
<b><i>Давиденко Л.М.</i></b> Технологические проекты декарбонизации «net-zero»: источники финансирования, перспективы реализации .....	36
<b><i>Ковалева И.В.</i></b> Концептуально-методический подход к развитию отраслевых рынков органической продукции в условиях территориальной локализации.....	43
<b><i>Кундиус В.А.</i></b> Составляющие концепции развития органического сельского хозяйства на основе биоинтенсивных технологий .....	52
<b><i>Суразакова С.П.</i></b> Экологические последствия стратегического планирования.....	60
<b>II. Новые биотехнологии для сельского хозяйства и медицины .....</b>	<b>65</b>
<b><i>Amit Chanjta, Pankaj Gupta</i></b> Floristic Diversity and Traditional Healthcare Systems in Himachal Himalay, Altaian, Mongolian and Siberian Regions: Exploring the Generic Foundations .....	65
<b><i>Badamsuren B., Batjargal D., Baatartsogt O.</i></b> Genetic diversity analysis of Mongolian native sheep and other sheep breeds based on microsatellite marker .....	74
<b><i>Болдсайхан О., Очир Ж., Дорж Б.</i></b> Некоторые особенности формирования урожая яровой пшеницы в экстремальных условиях Монголии .....	82
<b><i>Болдсайхан О., Очир Ж., Дорж Б.</i></b> Роль бобовых в экологизации земледелия Монголии .....	86
<b><i>Гантулга Г., Энхбадрал Г.</i></b> К вопросу выбора технологии аграрного производства.....	90

<b>Горшков В.В., Стрельцова Т.А.</b>	
Методология разработки научных рекомендаций и предложений по внедрению биоинтенсивных технологий производства органической продукции животноводства в регионах Большого Алтая .....	97
<b>Удвал Г., Сангажав Д., Алтанцэцэг Л., Уранхайч Ч.</b>	
Животноводство Монголии: кормовые ресурсы и питательность кормов.....	105
<b>III. Технологии, материаловедение, энергоэффективность .....</b>	<b>111</b>
<b>Bakhrunov K.K., Lygdenov B.D., Zheng Quan</b>	
Comprehensive analysis and application of original gas medium of protective diffusion coating .....	111
<b>CHAI Xu-Hui, ZHAO Jia, MEI Shun-Qi</b>	
Research Status of GCr15 Ring Surface Treatment Technology .....	116
<b>CUI Xiao-Long, XU Qiao, YANG Tao, HE Yu-Chen</b>	
Simulation of structure and performance of electromagnetic emission weft coil .....	121
<b>Guryev M.A., Zheng Quan, Guryev A.M., Lygdenov B.D.</b>	
Develop the composition and heat treatment method of high-strength steel to improve the wear resistance of the granite crusher armor .....	126
<b>HE Yu-Chen, XU Qiao, CUI Xiao-Long, YANG Tao</b>	
Design of ceramic 3D printer .....	130
<b>Ivanov S.G., Guryev A.M., Guryev M.A., Zheng Quan, Lygdenov B.D., Mei ShunQi</b>	
Influence of chemical composition of strengthened steel on structure and formation mechanism of boronized layer .....	135
<b>Liu Teng, Zhou Shi, Wang Jian</b>	
Simulation analysis of the sound field in the car based on the finite element method .....	138
<b>Luo Wei, Yang Li-Ye, Mei Shun-Qi</b>	
Preparation of polyurethane nanofiber membrane by centrifugal spinning .....	141
<b>QI Di, WANG Jinyin</b>	
Structure Design of Let-off System of Multilayer Cylindrical Loom .....	145
<b>WANG Jinyin, Qi Di</b>	
Kinematic analysis of the weft insertion system of the multi-layer fabric loom based on SolidWorks .....	149
<b>Xu Qiao, Mei Shunqi, Zhang Zhiming, Lygdenov Burial</b>	
Research on course system construction and teaching methods for textile machinery specialty in artificial intelligence age .....	153
<b>YANG Liye, LUO Wei, MEI Shun-qi</b>	
Design of Suction and Cloth Folding Mechanism of Automatic Sleeve Slit Machine .....	158
<b>ZHANG Meng-Ying, CHAI Xu-Hui, YANG Li-Ye, MEI Shun-Qi</b>	
The analysis of yarn balloon movement and tension for straight twister .....	162
<b>Zheng Quan, Guryev M.A., Guryev A.M., Lygdenov B.D., Mei Shunqi</b>	
Multi-component diffusion hardening technology on the surface of mechanical parts and tools based on boron carbide mixture .....	166

<b>ZHOU Cong</b>	
Analysis of solid boronizing and high frequency induction heating surface heat treatment technology .....	174
<b>Zhou Shi, Wang Jian, Liu Teng</b>	
Structure design of crayfish selection device .....	179
<b>IV. Инфо-коммуникационные технологии .....</b>	<b>183</b>
<b>Wang Jian, Liu Teng, Zhou Shi</b>	
Design and Realization of School Library Management System.....	183
<b>YANG Tao, XU Qiao, HE Yu-Chen, CUI Xiao-Long</b>	
Design of automatic programming software for NC engraving machine based on Visual LISP.....	188
<b>ZHAO Jia, ZHANG Meng-Ying, MEI Shun-Qi</b>	
Analysis of object detection algorithms based on deep learning.....	193
<b>V. Культура и социальные процессы в регионах Большого Алтая .....</b>	<b>197</b>
<b>Моквитина Р.С.</b>	
Художественная культура СУАР и ее исследования отечественными учеными.....	197
<b>VI. Вузы Большого Алтая: опыт сотрудничества.....</b>	<b>206</b>
<b>Темиржанова Л.А., Жадауова Ж.А., Якушева Т.В.</b>	
О международном научном сотрудничестве профессорско-преподавательского состава юридического факультета Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева.....	206

## 1. ЭКОНОМИКА И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ БОЛЬШОГО АЛТАЯ

*Для цитирования:* Бакей Агипар, Батхишиг Бадамдорж. Экономические вопросы регулирования поголовья скота в соответствии с потенциальной нагрузкой пастбищ // [Электронный ресурс]

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/1\\_1.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/1_1.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.001

УДК 332.34 ; 338.43

### ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОГОЛОВЬЯ СКОТА В СООТВЕТСТВИИ С ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ НАГРУЗКОЙ ПАСТБИЩ\*

*Бакей Агипар<sup>1</sup>, Батхишиг Бадамдорж<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Монгольский государственный аграрный университет, г. Улан-Батор, Монголия

E-mail: [bakey@mul.edu.mn](mailto:bakey@mul.edu.mn)

<sup>2</sup> Института Философии Академии Наук Монголии, г. Улан-Батор, Монголия

E-mail: [bbat226@yahoo.com](mailto:bbat226@yahoo.com)

#### Постановка проблемы и обсуждения

К семи ключевым факторам, влияющим на доход скотоводов, относятся: 1) пастбища, 2) урожайность пастбищ, 3) поголовье скота, 4) продуктивность животных, 5) рыночная цена животноводческой продукции, 6) технология и способ производства и 7) природные и климатические условия [2]. Рассмотрим современные тенденции динамики этих факторов и меры, необходимые для решения соответствующих проблем.

Пастбища, как основной фактор развития животноводства, и их урожайность имеют тенденцию к уменьшению. Это связано прежде всего с резким увеличением поголовья скота и перегрузкой пастбищ. Для решения этой проблемы следует улучшить менеджмент пастбищами с тем, чтобы скотоводы несли определённую ответственность за ту часть пастбищ, которая распределена в их пользовании.

Поголовье скота увеличивается из года в год, что ведёт к необходимости регулирования поголовья скота в соответствии с потенциальной нагрузкой на пастбища (вместимостью). В качестве решения этой проблемы мы предлагаем ввести налог на поголовье скота.

Продуктивность животных одних видов сохраняется стабильной, в то время как у других — имеет тенденцию к уменьшению. Поэтому нужно

---

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Министерства культуры, образования, науки и спорта Монголии в рамках научного проекта №19-510-44011 Монг\_т «Развитие концепции органического сельского хозяйства на основе прогрессивных методов и технологий» // ШуГх(ОХУ)-2019/02, «Разработка концепции развития органического сельского хозяйства на основе передовых методов и технологий», Монголо-Российский совместный проект, Научно-технологический фонд Монголии.

стремиться увеличить поголовье высокопродуктивного скота, внедряя новые технологии и применяя инновационные подходы.

Для развития животноводства важна рыночная цена его продукции. Как показывает исследование, она колеблется в силу различных обстоятельств. Для поддержания рыночных цен на животноводческую продукцию следует увеличить производство мясной продукции с добавленной стоимостью и оказать поддержку животноводческим кооперативам.

Надо сказать, что технология и методы животноводческого производства остаются без существенных изменений в течение многих лет. Поэтому учёные и специалисты должны работать над улучшением технологий и методов производства, чтобы увеличить производительность труда и облегчить нелегкий труд скотоводов.

Пастбищное животноводство, в отличие от других отраслей экономики, находится в сильной и прямой зависимости от природных и климатических условий, которые существенно изменяются из-за глобального потепления. Следовательно, необходимо обратить внимание на адаптацию животноводства к изменению климата и разработать методы для уменьшения негативных последствий изменения климата.

Наше исследование показывает, что в поведении животноводов наблюдается порочный круг: рост дохода ведёт к увеличению поголовья скота, что вызывает в свою очередь снижение рыночных цен на животноводческую продукцию; из-за снижения рыночных цен снижается доход животноводов и тем самым снова толкает их к увеличению поголовья скота, которое неминуемо приводит к чрезмерному выпасу. Состояние пастбищ ухудшается также под влиянием засух и дзуда\*. Таким образом, пока единственным путём повышения доходов для животноводов является увеличение поголовья скота, что ведёт к этому замкнутому кругу [3]. Прочие факторы, кроме поголовья скота, отрицательно коррелируют с их доходом.

В течение переходного периода, включая последние 10 лет, поголовье скота Монголии неуклонно росло. По состоянию на 2020 год в Монголии насчитывается 67.1 миллиона голов скота, из которых: 4.1 млн голов лошадей, 4.7 млн голов крупного рогатого скота, 472.9 тыс. голов верблюдов, 30.0 млн голов овец и 27.7 млн голов коз. Рисунок 1 иллюстрирует рост поголовья скота за истекшие 10 лет [1].

---

\* Дзуд или зуд (монг. *jud*) — джут, гололедица, бескормица (Этимологический словарь монгольских языков: в 3т. // Институт востоковедения РАН. Гл. ред. Г.Д. Санжеев, ред. Л.Р. Концевич, В.И. Рассадин, Я.Д. Леман. М.: ИВ РАН, 2016. Том II. 232 с. — с.88).

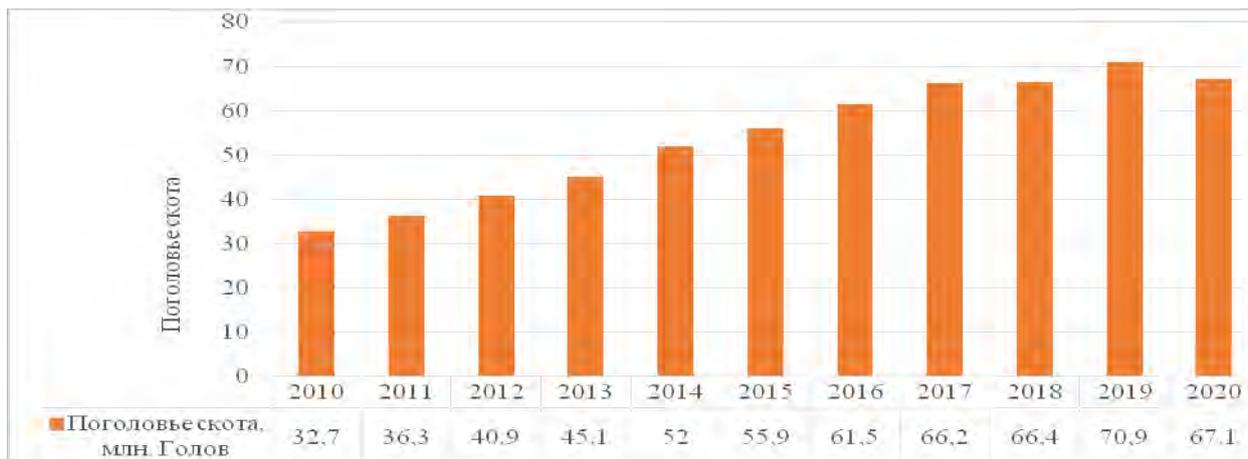


Рисунок 1. Рост поголовья скота Монголии (2010-2020)

Figure 1. Growth of livestock in Mongolia (2010-2020)

В результате такого быстрого роста поголовья скота сильно деградируют пастбища почти повсеместно. Рисунок 2 демонстрирует изменения состояния пастбищ в Монголии [4].

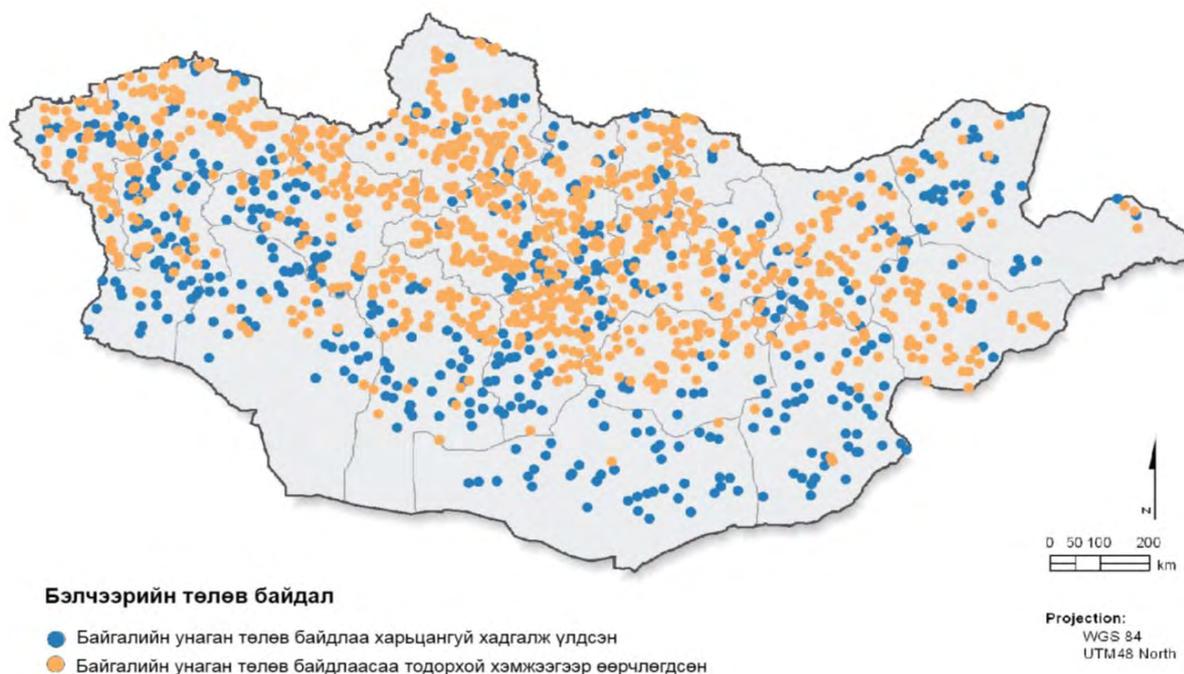


Рисунок 2. Изменение состояния пастбищ в Монголии (синим — пастбища, сохранившие естественное состояние; желтым — деградировавшие пастбища)

Figure 2. Changes in the state of pastures in Mongolia (blue — pastures that have preserved their natural state; yellow — degraded pastures)

Согласно некоторым исследованиям, около 70% пастбищ в той или иной степени были деградированы.

Мы установили, что между выпасом скота и доходом существует строгая взаимосвязь (рисунок 3) [5].

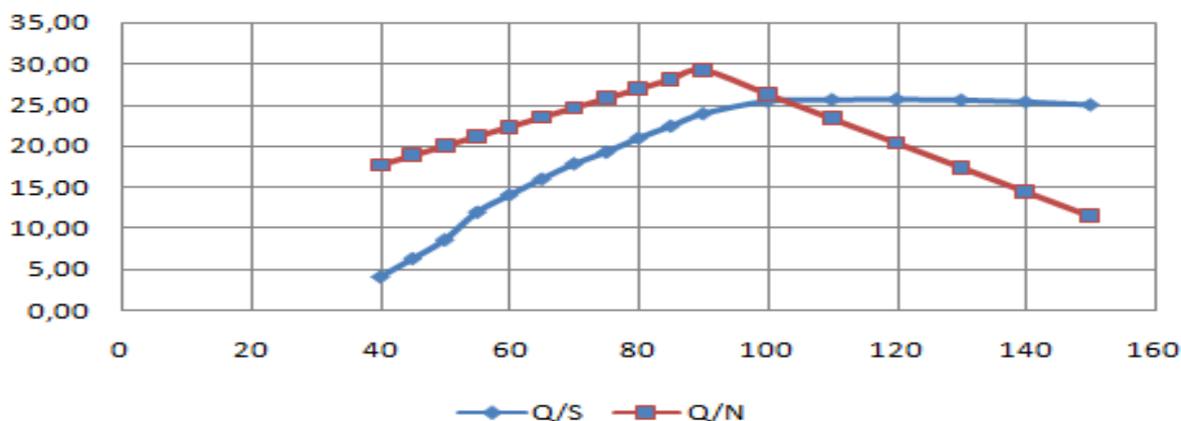


Рисунок 3. Взаимосвязь между выпасом скота и доходом (горизонтальная ось рисунки — поголовье скота на 100 га (овец); вертикальная ось — примерный доход на голову скота на 1 га пастбища, в тысяч тугриков; Q/S — соотношение между пастбищной нагрузкой и доходом на гектар пастбища; Q/N — соотношение между нагрузкой пастбищ и доходом на голову скота (овец))

Figure. 3. The relationship between grazing and income (horizontal axis of the figure — livestock population per 100 hectares (sheep); the vertical axis — the approximate income per head of livestock per hectare of pasture, in thousands of tugriks; Q/S — is the ratio between pasture load and income per hectare of pasture; Q/N — ratio between pasture load and income per head of livestock (sheep))

Как видно из рисунка 3, доход увеличивается, пока количество овец не достигнет 90 голов на 100 га, и имеет тенденцию к уменьшению, когда нагрузка превышает 90 голов.

Монгольские специалисты и учёные проводили в различное время исследование по определению потенциальной нагрузки пастбищ Монголии и пришли к приблизительно одинаковым выводам. Результаты этих исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1. Потенциальная нагрузка пастбищ Монголии [6]  
Table 1. Potential carrying capacity of pastures in Mongolia [6]

Имена исследователей	Годы	Потенциальная нагрузка пастбищ (млн. голов)	
		Голов	в пересчёте на овец
С.Цэрэндаш	2006		86.0
С.Жигжидсүрэн	2005		87.3
А.Бакей	2014	40.6	88.3
Б.Пүрэв & А.Бакей	2018	46.2	86.0
Л.Нямбат	2019	50.0	98.0
Ш.Сэржхүү	2018	51.6	86.0
<b>Усредненный показатель</b>		<b>47.1</b>	<b>84.5</b>

Из таблицы 1 следует, что потенциальная нагрузка пастбищ Монголии (их вместимость) рассчитана в среднем на 47.1 млн. голов или 84.5 млн. голов в пересчёте на овцы. Однако сегодня поголовье скота составляет 67.1 млн. голов (в пересчете на овец — 114.2 млн. голов), что превышает допустимую нагрузку на 26.0%.

Данный расчёт подтверждает необходимость регулирования поголовья скота в соответствии с потенциальной нагрузкой пастбищ. Для решения этой задачи большую роль играют производство и экспорт мяса. Изменение производства и экспорта мяса Монголии за последние годы представлено на рисунке 4 [7].

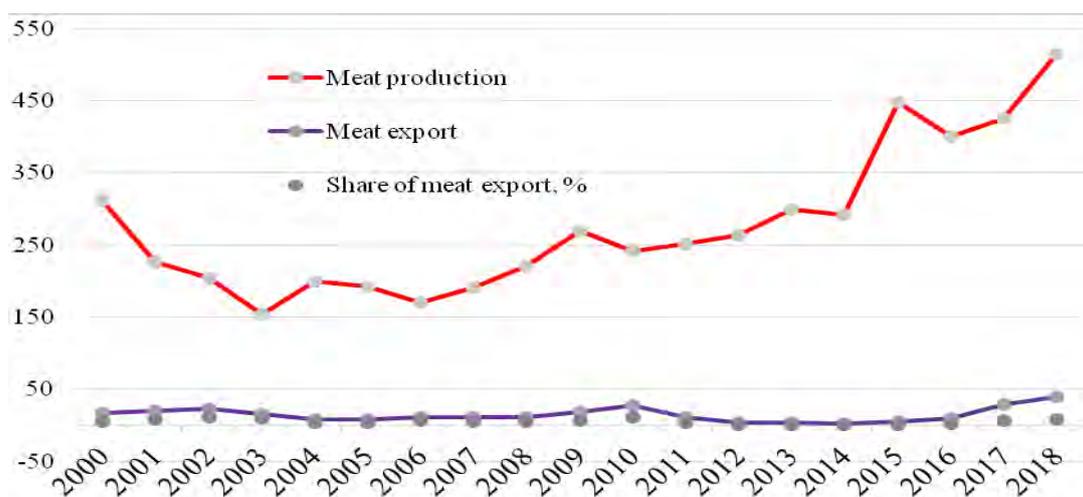


Рисунок 4. Производство и экспорт мяса Монголии (в убойном весе, тыс.тонн)  
Figure 4. Production and export of meat in Mongolia (in carcass weight, thousand tons)

Мы полагаем, что могут быть 5 сценариев контроля и регулирования поголовья скота. Сценарий 1 предусматривает увеличение мясного экспорта за счёт скота без заболевания. При этом требуются не только высокие затраты для ветеринарных услуг, но и большие усилия и время для выздоровления и поддержания здоровья стад животных. Преимущества такого сценария заключаются в увеличении экспорта мяса и повышении доходов скотоводов, а также в положительном влиянии на пастбищную нагрузку.

Сценарий 2 предлагает введение налогов на поголовье скота, что несомненно окажет негативное влияние на доходы скотоводов. Но, с другой стороны, это положительно повлияет на пастбищную нагрузку, т.е. уменьшит поголовье скота сверх потенциальной нагрузки пастбищ.

Сценарий 3 рассматривает возможность перевода мелких скотоводов в другие отрасли хозяйства. Недостатки этого сценария состоят в трудностях для них найти подходящую работу.

Сценарий 4 предполагает увеличение гибридных, высокопродуктивных животных, что положительно скажется на емкости пастбищ и ценах на продукцию, так как высокопродуктивный скот имеет соответствующий спрос.

И наконец, сценарий 5 является комбинированным, предусматривающим сочетание и реализацию преимуществ описанных выше сценариев. При этом, конечно, требуется задействование организационного ресурса и оптимизация управленческих решений.

На основе нашего исследования мы составили модель оборота стада для регулирования поголовья (рисунок 5).

Основные вопросы управления стадом для экспортного сценария охватывают следующие четыре факторы:

1. Количество поголовья, соответствующего потенциальной нагрузке пастбищ, рассчитывается по следующей формуле:

$$N_k^t = \frac{m_k^t(1+I_k)Y_{kb}^t S_k^t + Q_k^t}{Y_{kc}^t T_k^t} \quad (1)$$

где:

$N_k^t$  — поголовье скота, соответствующее потенциальной пастбищной нагрузке для зоны k и сезона t,

$m_k^t$  — коэффициент расхода кормов для зоны k и сезона t,

$I_k$  — коэффициент последствий пастбищной травы для зоны k и сезона t,

$S_k^t$  — площади пастбищ для зоны k и сезона t, га,

$Q_k^t$  — дополнительный корм для зоны k и сезона t,

$Y_{kb}^t$  — биологическая урожайность травы, кг/га для зоны k и сезона t,

$Y_{kc}^t$  — потребление травы от урожайности, кг/га для зоны k и сезона t,

$T_k^t$  — продолжительность t сезона в k зоне, сут.



Figure 5. Model of herd turnover for livestock regulation  
Figure 5. Model of herd turnover for livestock regulation

2. Количество новорожденного скота (маточное поголовье скота и средняя выживаемость на 100 голов племенного поголовья).

3. Потери взрослого скота (влияние дзуда и человеческого фактора)

4. Забой скота = Внутреннее потребление мяса + Экспорт мяса

Поголовье скота, соответствующее потенциальной пастбищной нагрузке, следует определять не только по общему поголовью, но также по видам скота. Результат нашего расчёта представлен в таблице 2.

*Таблица 2. Потенциальная пастбищная нагрузка (прогноз на 2017-2030 гг.) [3]*

*Table 2. Potential pasture carrying capacity (forecast for 2017-2030) [3]*

Виды скота	Возможная нагрузка на пастбища (тыс. голов)		Разница в поголовье, определяемая потенциальной нагрузкой пастбищ для сезонов А и В	Возможный объем производства мяса, убойный вес, (тыс. тонн)	
	Летне-осенний сезон (А)	Зимне-весенний сезон (В)			
Верблюды	379.0	266.3	112.7	24.1	
Лошадь	3171.3	2228.0	943.3	131.5	
КРС	4128.6	2900.6	1228.0	150.7	
Овцы	21203.6	14896.8	6306.7	146.9	
Козы	17781.8	12492.9	5288.9	85.7	
Всего	голов	<b>46'664.3</b>	<b>32'784.6</b>	<b>13'879.6</b>	<b>538.9</b>
	в пересчете на овец	<b>87'209.9</b>	<b>61'270.4</b>		

Из таблицы 2 следует, что оптимальное число овец составляет не более 21 млн в летне-осенний сезон и не более 15 млн голов в зимне-весенний период. Что касается коз, перевыпас которых оказывает наиболее пагубное воздействие на пастбища, то их численность должна быть меньше овец, т.е. не превышать 18 и 13 млн голов в соответствующие сезоны.

Как мы уже отмечали, продажа молодняка на мясо, плата за использование пастбищ, выращивание высокопродуктивного скота, увеличение экспорта мяса и поддержание оптимального количества скота — являются основными направлениями регулирования поголовья скота (рисунок 6).



– Поголовье скота, соответствующее потенциальной пастбищной нагрузке

Notes: ЗВЗ – Зимне-весенний сезон  
ЛЮЗ – Летне-осенний сезон

Рисунок 6. Направления и возможности регулирования поголовья скота [3]

Figure 6. Directions and possibilities of regulating the livestock population [3]

Как уже сказано, одним из важнейших методов регулирования поголовья скота является экспорт мяса. Но его объём должен определяться исходя из полного удовлетворения внутренних потребностей в мясе, так как оно является основным продуктом питания монголов. Экспорт мяса также требует обеспечение некоторых требований, к которым относятся ветеринарные и качественные показатели. Основные требования и необходимые меры по увеличению экспорта мяса, которые должны быть реализованы к 2025 и 2030г., представлены на рисунке 7 [8].

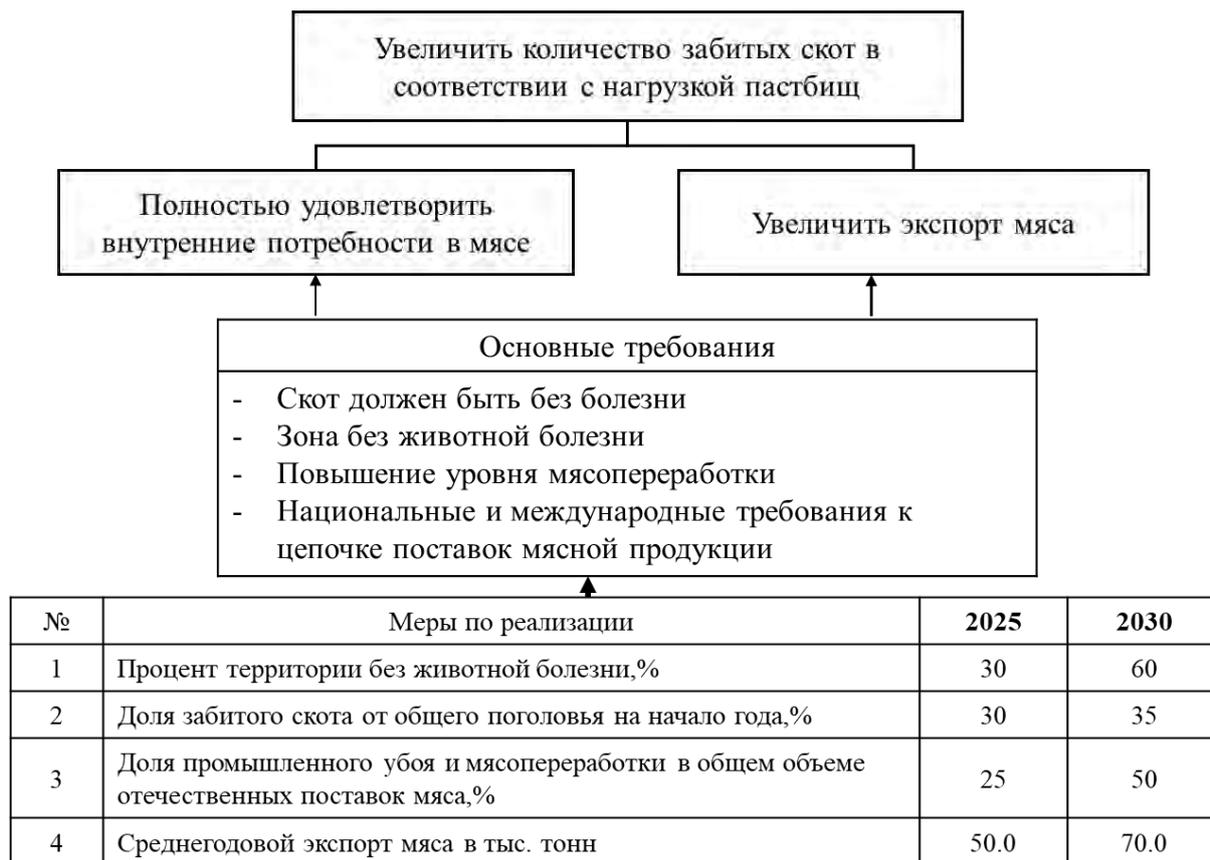


Рисунок 7. Основные требования и меры мясного экспорта  
Figure 7. Basic requirements and measures of meat export

Выделим пять этапов создания стоимости мяса: 1) выпас и убой скота; 2) транспортировка и хранение продукции; 3) обработка/переработка и упаковка готовой продукции; 4) транспортировка в торговые точки и хранение; 5) покупка продукции. Каждый этап имеет свои проблемы и связан с различными субъектами производства, транспортировки и торговли: скотоводы, посредники в покупке и продаже сырья и готовой продукции, перерабатывающие предприятия, оптовые и розничные торговцы, внутренние и зарубежные потребители (рисунок 8).

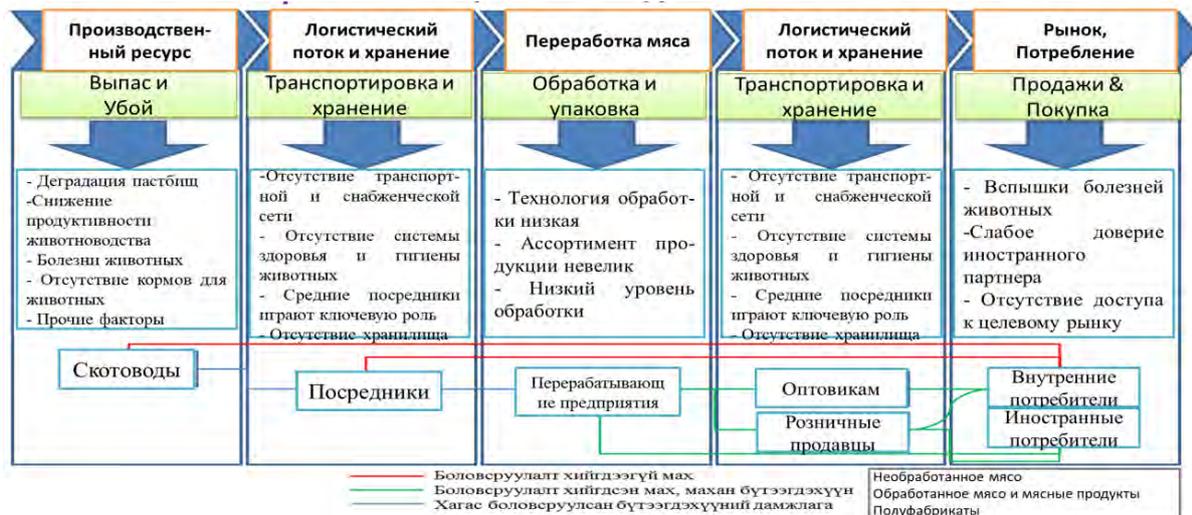


Рисунок 8. Проблемы в цепочке формирования стоимости мяса [2]  
 Figure 8. Challenges in the meat value chain [2]

На основе анализа текущих и новых рынков сбыта мы составили матричную модель для внешнего рынка мяса. Текущий рынок охватывает такие продукты, как говядина, баранина, конина, субпродукты животного происхождения, а также новые для Монголии продукты, например, мясо термической обработки.

На сегодняшнем рынке востребованы такие продукты, как мясо халяль\* и баранина, что открывает перспективы монгольским производителям обеспечить зарубежных потребителей продукцией своих мясных брендов с добавленной стоимостью. Рисунок 9 иллюстрирует рынки мяса и мясных продуктов, которые могут быть освоены монгольскими производителями.



Рисунок 9. Матричная модель для внешнего рынка мяса [9]  
 Figure 9. Matrix model for the external meat market [9]

При регулировании поголовья скота нужно тщательно рассчитывать внутренний спрос на мясо мясные продукты, мощности

\* Халяль (араб. حلال) — разрешенный, законный //

<http://arabus.ru/search/%D8%AD%D9%84%D8%A7%D9%84%E2%80%8E>

Баранов Х.К. Большой арабско-русский словарь: В 2 т. 11-е изд., стереотип. М.: Живой язык, 2006. 456 с.

мясоперерабатывающих предприятий и возможности и условия экспорта. Надо учесть, что страны-импортеры мяса и мясных продуктов предъявляют повышенные санитарные и ветеринарные требования. Учитывая все эти требования, мы составили прогноз динамики объемов мясных ресурсов пастбищного скота Монголии (таблица 3).

*Таблица 3. Прогноз мясных ресурсов пастбищного скота  
Table 3. Forecast of meat of pasture livestock*

	Население (тыс. чел.)	Внутренний спрос на мясо (тыс. тонн)	Возможное производство мяса (тыс. тонн)	Возможный экспорт мяса (тыс. тонн)
2021	3018.2	254.4	539.5	+285.1
2025	3227.1	272.1	513.4	+241.3
2030	3592.5	302.9	518.1	+215.2

Следует особо подчеркнуть, что основные преимущества монгольского мяса и мясных продуктов — их натуральность и экологическая чистота, которые являются результатом круглогодичного выпаса на открытых и естественных пастбищах. К сожалению, мы недостаточно рекламируем эти преимущества. К примеру, монгольская баранина содержит в себе около 200 различных витаминов и других полезных веществ, необходимых человеческому организму.

Согласно данным таблицы 3, возможно ежегодное регулирование поголовья скота в соответствии с допустимой нагрузкой на пастбища для удовлетворения внутреннего спроса на мясо, а также экспорта около 200.0 тыс. тонн мяса в год. Для этого необходимо: 1) увеличить уровень переработки мяса и 2) защитить скот от различных инфекционных заболеваний.

Мы считаем, что одним из путей долгосрочного устойчивого развития животноводческого сектора является выращивание высокопродуктивного скота. На основе учёта различных факторов и данных мы рассчитали поголовье высокопродуктивных пород скота по модели оборота стада.

## **Выводы**

1. Деградация пастбищ препятствует устойчивому развитию животноводства.

2. Возрастает негативное влияние неконтролируемого роста поголовья скота и изменения климата на состояние пастбищ.

3. Соответствие поголовья скота вместимости пастбищ является ключевым вопросом при решении многих социальных, экономических и экологических проблем в этом секторе.

4. Решить этот вопрос можно, используя экономические рычаги и организационные ресурсы.

5. Необходимо в полной мере использовать возможность экспорта экологически чистого мяса пастбищного скота Монголии в зарубежные страны, особенно в соседние страны.

## Рекомендации

В результате нашего изучения проблем животноводства мы предлагаем следующие рекомендации:

- для адаптации производства животноводства к климатическому изменению нужно улучшить приспособляемость монгольских пород;
- усовершенствовать и модернизировать технологии производства;
- улучшить снабжение кормами и водой;
- увеличить инвестиции в защиту и восстановление пастбищных и посевных земель;
- обеспечивать возможность производителей бороться с опустошением и деградацией земель;
- повышать конкурентоспособность производителей в цепочке поставок агроперерабатывающих производств;
- укреплять партнерство между научными организациями и производителями;
- усовершенствовать правовые основы использования земель, включая принятие закона о пастбищных угодьях.

## Список литературы

1. Объединённый фонд статистических данных Монголии (на монгольском и английском языках), 1212.mn.
2. Бакей А. «Монголын бэлчээрийн мал аж ахуйн тогтвортой хөгжил» (Устойчивое развитие пастбищного животноводства Монголии), Монография на монгольском языке, Улаанбаатар, 2016, Стр. 203, 267.
3. Бакей А., Пүрэв Б. Хөдөө аж ахуйн тогтвортой хөгжлийн шинжлэх ухааны үндэслэл (Научное обоснование устойчивого развития сельского хозяйства : Монография на монгольском языке), Улаанбаатар, 2020, Стр. 45, 38-40.
4. Отчёт проекта «Green Gold», Швейцарское агентство по развитию и сотрудничеству, 2015, Стр. 115.
5. Бакей А., Пүрэв Б. «Малын тоог бэлчээрийн даацад нийцүүлэх эдийн засгийн асуудал» (Экономические вопросы для соответствия поголовья скота с потенциальной нагрузкой пастбищ) // Конференция «Правовая среда для использования и защиты пастбищ», Министерство сельского хозяйства и пищевой промышленности, 2019.
6. Бакей А., Чимид-Очир Б., Кадирбек Д. Монголын бэлчээрийн тулгамдсан асуудал ба шийдэл (Проблемы и пути их решения использования пастбищ Монголии) : Монография на монгольском языке), Улаанбаатар, 2019, Стр. 38.
7. Батхишиг Б., Бакей А. Хөдөө аж ахуйн хөгжил ба эдийн засгийн хамтын ажиллагааны боломж (Развитие сельского хозяйства и возможности экономического сотрудничества), 2020, Стр. 19.
8. Бакей А., Нямбат Л., Пүрэв Б. Нынешнее состояние и тенденция устойчивого развития сельского хозяйства Монголии (на русском языке) // Сборник научных докладов XXI международной научно-практической конференции «Аграрная наука — сельскохозяйственному производству», Улаанбаатар, 2018.
9. Бакей А., Чой-Иш Л. Мах үйлдвэрлэл, экспортыг талаарх төрийн бодлого: асуудал, шийдэл (Государственная политика по производству и экспорт) // Конференция «Производство и экспорт мяса», Министерство сельского хозяйства и пищевой промышленности, Улаанбаатар, 2017.

Для цитирования: Баярсүх Н. Состояние органического сельского хозяйства и научные подходы биоинтенсивной технологии в аграрном производстве Монголии // [Электронный ресурс]

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/1\\_2.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/1_2.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.002

УДК 338.43 ; 631.147

## **СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И НАУЧНЫЕ ПОДХОДЫ БИОИНТЕНСИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ В АГРАРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ МОНГОЛИИ\***

*Н. Баярсүх<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Институт земледелия и растениеводства, Монгольский государственный аграрный университет  
E-mail: bayar67@yahoo.com

### **Состояние органического производства сельского хозяйства в Монголии**

Преимущество органического сельского хозяйства заключается в использовании экологически чистых технологий для рационального использования, защиты и восстановления природных ресурсов. В результате применения таких технологий стабилизируются основные показатели окружающей среды и сельского хозяйства, — сокращаются загрязнения окружающей среды, повышается плодородие почвы, создаются условия для защиты биоразнообразия и адаптации к изменениям климата. По этой причине большинство стран мира особое внимание уделяют сокращению использования химикатов в сельскохозяйственном производстве и продвижению здорового питания за счет использования органических и растительных удобрений и средств защиты растений.

Монголия имеет преимущества для ведения органического сельского хозяйства: чистые естественные пастбища и сенокосы, относительно здоровые сельскохозяйственные угодья и поля, а также большие возможности использования навоза почти 70 миллионов голов скота как био-удобрение. Все это создает условия для обеспечения населения здоровыми, экологически чистыми продуктами — мясом, молоком, мукой, картофелем и овощами [1]. Монголия как страна, чувствительная к агроэкологии, может использовать свои преимущества для ведения органического сельского хозяйства и выхода на мировой и региональные рынки. Однако сегодня Монголия находится на ранней стадии развития органического сельского хозяйства и производства

---

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Министерства культуры, образования, науки и спорта Монголии в рамках научного проекта №19-510-44011 Монг\_т «Развитие концепции органического сельского хозяйства на основе прогрессивных методов и технологий» // ШуГх(ОХУ)-2019/02, «Разработка концепции развития органического сельского хозяйства на основе передовых методов и технологий», Монголо-Российский совместный проект, Научно-технологический фонд Монголии.

органических продуктов и имеет крайне небольшой опыт в органическом производстве.

В последние годы Министерство продовольствия, сельского хозяйства и легкой промышленности Монголии особое внимание уделяет обеспечению продовольственной безопасности через соответствующие министерства, государственные агентства и международные организации, такие, как Продовольственная и сельскохозяйственная Организация ООН (ФАО), Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) и Международная ассоциация органического сельского хозяйства (IFOAM), а также через профессиональные ассоциации как: Монгольская национальная торгово-промышленная палата, Монгольская продовольственная ассоциация, Монгольская мясная ассоциация, и соответствующие исследовательские организации [1]. Эти и другие организации совместно работают над проектом закона об экологически чистых продуктах питания, внедряют логотип, маркировку и этикетку органических сельскохозяйственных продуктов, их дизайн и процедуры применения, осуществляют сертификацию органических продуктов питания (мяса, овощей, фруктов, меда и др.), включая технологии их производства, разрабатывают, внедряют и обновляют требования, процедуры и стандарты регистрации и сертификации, в том числе в части поддержки фермеров в сельских районах.

Монголия имеет общую площадь пахотных земель более 1 млн га. Ежегодно обрабатываются более 450 тыс. га, на которых производят: зерновых — 400-450 тыс. тонн, картофеля — 165 тыс. тонн и овощей — 90 тыс. тонн, обеспечивающих потребности населения в пшенице и картофеле 100% и в овощах — 55%. Выращивание пшеницы охватывает 75% всех пахотных земель [2].

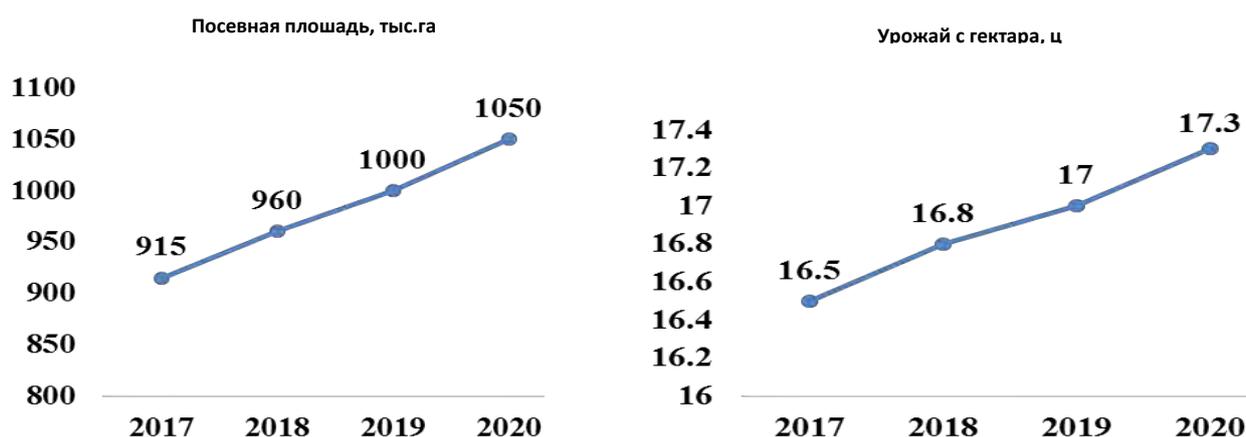


Рисунок 1. Общая площадь посева зерновых культур и урожайность с одного гектара за 2017-2020 годы

Figure 1. Total area of grain crops sown and yield per hectare for 2017-2020

Большую роль в обеспечении населения основными продуктами питания земледелии играют наши сорта, выведенные сотрудниками НИИ Растениеводства и земледелии, которые в настоящее время используются при производстве зерна 30%, около 50-70% картофеля, овощей, фруктов и ягод [3].

В практику внедрены технологии по защите и минимизации обработке почвы (включая «нулевую» технологию), обработке пара, выращиванию сельскохозяйственных культур, эффективному севообороту и производству элитных семян зерновых, пропашных и овощных культур [4].

### **Законодательство и правовые нормы**

Закон об органическом производстве и исполнительные распоряжения по применению закона были приняты совсем недавно. Также разработаны и утверждены правовые нормы и процедуры для обеспечения реализации Закона об органических продуктах питания в Монголии.

Парламент и правительство Монголии одобрили закон об «Органических продуктах питания» в 2016 году. Поставлена задача достичь 5% в пищевом и сельскохозяйственном производстве органической в 2030 году [5]. Эти инициативы правительства Монголии являются важным стимулом для реализации концепции развития органического земледелия в Монголии.

Сертификация органических продуктов является одним из ключевых элементов системы органического производства. Наиболее важные вопросы сертификации органического производства, относящиеся к сфере законодательства об органическом производстве, включают в себя: определение государственного института, который наделяет полномочиями органы инспекции и сертификации; определение процедуры и критериев для наделения полномочиями, а также регистрации органов сертификации; контроль и инспектирование органов сертификации; установка минимальных требований к инспектированию и программам аттестации; выдача разрешений органам сертификации.

Согласно приказам Министра продовольствия, сельского хозяйства и легкой промышленности №А-09 и А-180 от 2018 года, разработаны и утверждены основные правовые нормы и требования, среди которых [6,7]:

- этикетки, модели и процедуры их использования на органические продукты;
- требования к производителям и процедура совместной регистрации и сертификации для органического продукта питания на основе взаимного доверия;
- методика расчета и определения органических пищевых ингредиентов;
- процедуры организации сельскохозяйственного производства и производства органических пищевых продуктов;
- список веществ, используемых в органическом сельскохозяйственном производстве и производстве органических пищевых продуктов;
- порядок регистрации органической продукции и публикации для общественного использования;
- процедуры подачи заявок на регистрацию отечественных органических пищевых продуктов.

В соответствии с Законом об органических продуктах питания в Монголии имеют право действовать органы сертификации органических продуктов трех уровней, включая: 1) орган по сертификации, аккредитованный Агентством по стандартизации; 2) международный аккредитованный орган по сертификации, зарегистрированный в Монголии; 3) совместный орган сертификации, который должен быть сертифицирован производителями, потребителями и другими сторонами на основе взаимного доверия [8].

Из трех типов органов сертификации в Монголии на сегодняшний день наиболее реалистичным в краткосрочной перспективе является орган сертификации с участием заинтересованных сторон, который сосредоточен на местном рынке органических продуктов питания.

Маркировка наносится на этикетку — одобренный знак выдается соответствующим органом. На этикетке указываются название и адрес компании (или лицо, ответственное за обработку).



Рисунок 1. Знаки подтверждения сертификации органических продуктов  
Figure 1. Signs of confirmation of certification of organic products

В Монголии более 90% органических ингредиентов отнесены к органическим. Законом предусматривается обязательность указания на этикетке наименования ингредиента и процент его содержания в данной продукции [5].

Правительственная регистрация и база данных по органическим продуктам доступны по адресу [www.organic.gov.mn](http://www.organic.gov.mn).

В общей сложности 13 учреждений проводят сертификацию органических продуктов питания в Монголии — 12 органов коллективной сертификации и 1 внешний. Сертифицировано и зарегистрировано более 315 органических и переходных органических продуктов; 8 компаний зарегистрированы как импортеры экологически чистых продуктов; отечественных производителей органических продуктов — 27. Таким образом, нормативно-правовая система Монголии в области органического производства относительно хорошо разработана за короткий период времени. Однако к настоящему моменту отсутствует национальный комплексный план развития системы органического производства [5].

## **Научные подходы к разработке био-интенсивных технологий в аграрном производстве Монголии**

В настоящее время основные проблемы аграрного сектора экономики Монголии — это резкое изменение климатических условий, эрозия и деградация почв (снижение плодородия), технологическое отставание, нестабильность цен на сельскохозяйственную продукцию и т.д.

За последние 70 лет средняя температура воздуха на глобальном уровне возрасла в среднем на 0.77°C, но в Монголии динамика выше в 3 раза — 2.14°C. Увеличивается частота засухи и жары [3]. Почвы деградируют в 7-25 раз от нормы, содержание гумуса уменьшилось на 37-52%. При этом восстановление плодородия почвы ведется недостаточно. Увеличивается распространение болезни и вредителей растений [4].

Параметры старых сортов сельскохозяйственных культур в условиях климатических изменений не соответствуют современным требованиям, также неудовлетворителен уровень производства семян районированных сортов сельскохозяйственных культур и организационная работа по сортообновлению.

Выделим основные направления совершенствования аграрных технологий в Монголии:

- внедрение минимальной и «нулевой» технологий обработки почвы в зернопроизводстве; довести уровень использования этой технологии до 100%;
- стабилизировать цикл севооборота путём внедрения новых сортов и новых культур, адаптированных к условиям Монголии;
- создать правовую, институциональную и организационную структуру, которая способна полностью обеспечивать потребности в элитных семенах районированных сортов;
- расширить использование минеральных и органических удобрений для обеспечения сбалансированного состава почвы;
- увеличить количество земельных участков под орошение, разработать и внедрить технологии выращивания сельскохозяйственных культур на орошаемых землях.

Органические и традиционные технологии аграрного сектора отличаются друг от друга наукоемкостью. Поэтому важнейшим условием развития органического земледелия в Монголии является разработка и реализация интенсивных агротехнологий на основе современных научных достижений.

Научно-исследовательские работы по разработке технологий органического земледелия ведутся по следующим направлениям:

- разработка и совершенствование технологий повышения плодородия почв с использованием сидератов;
- улучшение снабжения почв органическими веществами путем включения бобовых культур в севооборот;
- разработка и использование органических удобрений, таких, как навоз, компост, гуматные удобрения и эффективные микроорганизмы;
- производство и внедрение биопрепаратов для защиты растения.

Одним из механизмов повышения коэффициента усвоения питательных веществ (показатель, характеризующий доступность труднорастворимых минералов) является применение микробиологических и органических удобрений, посев сидеральных и покровных культур, а также обоснованное чередованием сельскохозяйственных культур.

Исследование бактериальных удобрений началось в 1970 году, а в 1980-х был проведен первый этап разработки технологии производства бактериальных удобрений с целью получения различных активных штаммов для повышения плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур.

С 2001 года в Институте земледелия и растениеводства Монголии, используя методы биотехнологий, получили *Azospirillum brasilense*, *Azotobacter chroococcum*, *Azoarcus* sp, азот-фиксирующие, и другие полезных бактерии из почв. На их основе разработаны биоудобрения под названием «Ризобактерии», состоящие из высокоактивных местных штаммов в сухом виде. В результате внедрения ризобактериальных удобрений урожай яровой пшеницы увеличился на 11.3-46.9%, семенного картофеля — на 20-65%, различных овощей (таких, как капуста, морковь, огурцы и репа) — на 22.2-83.6% [9].

*Таблица 1. Результат применения ризобактериального удобрения на овощных культурах*

*Table 1. Result of application of rhizo-bacterial fertilizer on vegetable crops*

Виды культур	Доза внесения	Способы внесения	Урожай, кг/м <sup>2</sup>		
			Контроль	Опыт	Добавка
Цветная капуста	20 л/га	Замачивание рассады перед высадкой	2.3	2.8	0.5/21.7%
	30 л/га		2.3	3.1	0.8/34.7%
Морковь	200 мл/кг	Замачивание семян	5.41	5.51	0.1/1.8%
	400 мл/кг		5.41	7.29	1.88/34.7%
	20 л/га	Опрыскивание растений в фазе 2 настоящих листьев	5.41	5.53	0.12/2.2%
	30 л/га		5.41	5.9	0.49/9.05%
Репчатый лук	150 мл/кг	Замачивание лука севка	2.23	2.33	0.1/4.5%
	250 мл/кг		2.23	2.29	0.06/2.7%
	20 л/га	Опрыскивание в фазе нарастания листьев	2.23	2.0	-0.23
	30 л/га		2.23	2.38	0.15/6.7%

В 2017 году была создана стартап-компания «Био Ундарга» по производству биожидкостных удобрений в Институте растениеводства и земледелия (г. Дархан). Сегодня удобрение «Дархан Ризо» производится объемом 80-100 тонн в год. Компания сотрудничает с сельхозпредприятиями и частными лицами, участвует в научных экспериментах [3].

В последние годы были проведены сравнительные исследования для анализа эффективности монгольских разработок и различных импортных активаторов и удобрений. Согласно этим исследованиям, в Булганском аймаке

2014-2015 гг. при использовании ризобактерий улучшились качественные показатели зерна: содержание белка — на 0.5% и сырая клейковина — на 3.6% [9]. По результатам экспериментов, проведенных Түмэнсүйх ХХК в 2014 году, урожайность огурцов увеличивается в 2-3 раза (9.2 кг/м<sup>2</sup>), а также увеличиваются соцветия при использовании Компост ЭМ [9,10].

Использование бактериальных удобрений значительно увеличило количество микроорганизмов, влияющих не только на клубневые бактерии, но и на содержание многих питательных веществ, такие как фосфор и сера в почве. «Азофос» — бактериальное жидкое биоудобрение для производства азота, фосфора и калия, которое увеличивает урожайность всех видов сельскохозяйственных культуры в 1.5-2.0 раза. «Монгол ЭМ» увеличивает урожайность различных культур на 20-30% и содержание питательных веществ на 15-25%, а также компенсирует около 30% потерь питательных веществ из почвы. Один литр нового биопрепарата «Монгол ЭМ» заменяет 20-40 кг минеральных удобрений [9].

Новый тип биопрепарата «Монгол ЭМ» оказался безопасным для пищевых продуктов, безвредным для здоровья человека и может быть использован для очистки загрязненных земель и вод.

## **Выводы**

1. По эффективности органическое земледелие очень трудно сравнивать с высокоэффективным сельскохозяйственным производством на основе современных химических технологий, обусловленных влиянием химических удобрений и средств защиты растений на продуктивность растений, очень эффективных в краткосрочной перспективе. Тем не менее, в Монголии минеральных удобрений не хватает, в том числе по причине высоких цен на них.

2. Преимуществами органических препаратов, разработанных монгольскими учеными, являются: относительно низкая цена, эффективность в долгосрочной перспективе, слабое влияние на окружающую среду и здоровье человека. В то же время фермеров не удовлетворяет отдаленность во времени проявления эффективности. Поэтому необходима широкая кампания по информированию потребителей о преимуществах биопрепаратов.

3. Технологические решения для развития сектора органического земледелия относительно хорошо изучены, но медленно внедряются в производство. Очень важно повышение осведомленности фермеров.

4. Существует потребность в разработке научно обоснованных технологических решений и способов снижения стоимости органических продуктов питания, а также повышения производительности и рентабельности в аграрном секторе.

5. Рынок органической продукции Монголии находится в стадии формирования, при этом крупные торговые предприятия импортируют органическую продукцию. Однако сегодня местное производство органической продукции развивается за счет мелкими и средними предприятиями.

## Рекомендации

Организации сельскохозяйственного производства по органическим стандартам в Монголии должно предшествовать:

- 1) анализ рынка и определение потенциальных потребителей; разработка и внедрение эффективной сети и маркетинга для продажи органических продуктов;
- 2) выбор благоприятного региона с благоприятным почвенно-климатическим условиям подходящих к требованиям органического сельского хозяйства;
- 3) внедрение результатов научных исследований в аграрное производство;
- 4) разработка системы стимулирования для ускоренного перехода на производство органической продукции посредством субсидирования государством расходов на сертификацию и консультационное сопровождение;
- 5) повышение квалификации скотоводов, фермеров и потребителей об органических продуктах питания, методах и принципах их производства, а также расширение консультативных услуг;
- 6) необходимо сосредоточиться на улучшении потенциала и повышении ответственности органов по сертификации;
- 7) совершенствование комплексных агротехнологий органического земледелия для разных культур, включая кормовые и ориентируясь на условия Монголии.

## Список литературы

1. Мунхжаргал О. Органическое земледелие. Соёмбопечать. ООО, Улан-Батор, 2013.
2. <https://mofa.gov.mn/exp/blog/8/998>
3. Бямбаа Б., Гантулга Г., Херууга Т., Бакей А. Развития аграрной науки и цели на будущее. ООО «Мунхийн Усег», Улан-Батор, 2018.
4. Баярсух Н., Бямбасурэн М. Материалы Национальной конференции по науке, технологиям и инновациям в сельском хозяйстве. Продовольствие, сельское хозяйство и наука. Улан-Батор, 2017 г.
5. <https://organic.gov.mn/#/legal>
6. Приказ №А-09 Министра продовольственной, сельскохозяйственной и легкой промышленности, 2018 год // <https://www.legalinfo.mn/law/details/13149>
7. Приказ №А-180 Министра продовольственной, сельскохозяйственной и легкой промышленности, 2018 год // <https://www.legalinfo.mn/law/details/13739>
8. Закон Монголии об органических продуктах питания 2016 г. // <https://www.legalinfo.mn/law/details/11884>
9. Даваа Л., Сунджидмаа О. др. Производство и использование бактериальных удобрений и результатов исследований // Производство и потребление удобрений в Монголии. Отчет конференции по теории и промышленности. Улан-Батор, 2019.
10. Цэен Ц. и другие. Требования к производству органических продуктов питания. «Бест Колор Интернэшнл» ХХК, Улаанбаатар, 2016

Для цитирования: Беспалый С.В. Государственная поддержка развития и интеграции аграрного бизнеса Казахстана и России // [Электронный ресурс]

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/1\\_3.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/1_3.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.003

УДК 330

JEL J21

ORCID: 0000-0002-7462-5340

## ИНДУСТРИЯ 4.0 И ВОЗДЕЙСТВИЕ НА РЫНОК ТРУДА В КАЗАХСТАНЕ

*С.В. Беспалый<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Инновационный Евразийский университет, г.Павлодар, Казахстан  
E-mail: sergeybesp@mail.ru

### Introduction

Industry 4.0 as a whole represents applications for the use of robots in industry and manufacturing, manufacturing with 3D printers, the development of artificial intelligence and big data research. These changes, also known as the Internet of Things, the Internet of Everything, or the Industrial Internet, are characterized by four distinct features from previous industrial revolutions: cyber-physical systems, big data and digital information exchange, smart robots, and digital industrialization. Accordingly, smart factories, factories automatically adapt production conditions to current conditions and organize production plans according to order requirements. Robotic technologies promise to increase the impact of the Fourth Industrial Revolution, in this regard, artificial intelligence, which is key to this transformation, is the ability of a computer or computer-controlled machine to perform various actions, analyzing the methods and techniques of human thinking.

The difference between the Industry 4.0 revolution, which will bring many changes from industrial relations to social relations, from cultural structures to political movements, is that it promises to evolve into a coordinated structure, causing the development of technology, scientific progress. In this context, with the advent of Industry 4.0, there will be a transformation in employment patterns. It is expected that some professions will appear, while some others will start to disappear and be significantly reduced.

### Materials and methods

The study focuses on the fourth industrial revolution Industry 4.0 and its impact on the labor market and employment. The impact of Industry 4.0 on employment and the labor market was studied through comparative analysis and synthesis. The logical method was used to identify the characteristics and qualities of processes and phenomena that influence and have an impact on the labor market and new professions that emerge as a result. The synthetic method and statistical analysis were used to

quantify the current state of the labor market and the stages of implementation of Industry 4.0.

**Research results**

Industry 4.0 usually consists of the following 3 structures:

- Internet of Things;
- Internet services;
- cyber-physical systems.

The fourth industrial revolution is not only about intelligent and interconnected machines and systems, its scope is much wider.

With Industry 4.0, a new production model will emerge, in which automation systems, data exchange, 3D printers and robots will be effectively used in an environment of intelligent factories [1,2].

Industry 4.0 forces labor markets and production methods to transform, classical production methods and production relations cannot resist this transformation. Together with Industry 4.0, it is expected that changes and transformations in the methods of production of goods and services will cause changes primarily in industrial relations and ultimately in socio-economic and cultural structures [3,4].

It is assumed that the efficiency of production systems will be ensured by saving resources. In addition, these savings are expected to be sustainable and productivity will rise while costs decline. Production systems are transforming into more complex structures every day. Thus, with the transition to automation / control systems, there is a decrease in the number of active personnel and an increase in the level of education of personnel. There are plans to simplify data processing with supercomputers and intelligent systems, and even develop computers that will have the computing power of the human brain in about a decade. In the process of creating value, the use of 3D printer systems in the manufacturing process will reduce production processes. As the value chain grows, customer satisfaction will be maximized and the Industrial Internet will allow new business models to emerge [5].

Due to the introduction of new technologies, employment in the world will grow every year in the following areas:

- big data — 2.95%;
- mobile Internet and cloud technologies — 2.47%;
- Internet of Things — 2.27%;
- production automation — 0.36%.

Table 1 shows how digital technology can affect employment.

*Table 1. How digital technologies can affect employment: different estimates*

Organization	Evaluation
Oxford University	47% of workers in America are at risk of losing their jobs due to automation
PricewaterhouseCoopers	38% in the US, 30% in the UK, 21% in Japan and 35% of jobs in Germany could be eliminated due to automation
ILO (Chan & Hyun)	ASEAN-5: 56% of jobs could be lost due to automation in the next 20 years
McKinsey	Out of 60% of all workplaces, 30% can be technically automated

Organization	Evaluation
OECD	OECD average: 9% of jobs — high risk. The risks of full automation are small, but a significant number (50 to 70%) of workplaces can be automated
Roland Berger	Western Europe: 8.3 million industrial jobs will be lost, but 10 million will be created in services
The World Bank	Two-thirds of jobs in developing countries can be automated

In Kazakhstan today, if these goals are not met, any delays will increase social spending. In Kazakhstan, within the framework of Industry 4.0, the priority is the creation of new technological infrastructures and expert personnel who can work with these infrastructures. To be able to compete in global markets, it is vital to take advantage of this new industrial era because non-innovative organizations will be removed from the market in the near future.

With Industry 4.0, more and better products can be produced at lower costs and can be delivered to consumers faster using new transportation technologies such as drones and unmanned vehicles from robotics and automation-based enterprises [6].

Industry and Industrial Relations: The Impact of Technological Advances on Employment and Labor. Industry 4.0 is a transformation based on minimizing costs and increasing production line productivity. The fact that traditional milling is being replaced by intelligent technology gives the impression that the structural characteristics of the labor market are about to change.

With the new industrial revolution, some professions will come to an end, and new and high-profile professions will appear, requiring high knowledge and technology. On the one hand, while unemployment is expected to rise, on the other hand, employment will increase in the new jobs and professions that will emerge. In this new era, it is expected that the first countries that can develop and use technology will reduce unemployment, and those that cannot, will increase the share of the unemployed population [7].

Research by Future of Jobs says that by 2020, «the global labor market will have 2 million jobs, but 7.1 million will not. Jobs will appear in the intellectual and high-tech sectors, and in the real sector of the economy... and administrative work will be reduced...» The report says that «by 2020, the number of jobs in mathematics and computer science will increase by 4.6%, in management — by 1.4%, in the financial sector — by 1.4%, in sales — by 1.3% per year, but according to the same data, the number of office jobs will be reduced by 6.1% per year. At the same time, the Internet of Things sector will see an increase in employment in computer specialties by 4.5% per year, and in design and engineering specialists — by 3.6%. These changes will also affect the reduction of specialists in maintenance, repair and installation of equipment by 8% per year, and office workers by 6.2%. New manufacturing technologies and 3D printing and robotics, as well as the development of automatic transportation, will have a strong impact on employment in various industries. Employment will grow where big data analysis and management of complex technological processes are required, and will decline where there is a large share of routine, unskilled labor» [8].

Since the First Industrial Revolution, the need for a more skilled workforce has always increased at different times. The professions that will be in demand include technical professions, information technology specialists, internal audit expertise, digital human resources expertise, digital marketing expertise, interface design, data analytics, big data management, etc. When we look at the historical process, we see that every innovation and change leads to the emergence of new professions, at the same time leading to the loss or loss of some professions. For example, professions such as copper working, tinning, blacksmithing, saddle making, stone carving, wooden spoon handling, basket weaving, and pottery stand out as lost professions.

It is expected that in many areas the characteristics of the workforce will change, many professions will disappear, new professions will appear, in other words, the workplace will evolve. At this stage, it is important to ensure compliance with the process and correctly identify opportunities and threats. While these issues are no different from the 18th century, they will certainly be different in terms of what the experience will be. The fourth industrial revolution has many opportunities and threats.

One of the most important employment concerns is the fear that robots could replace humans in the future and that unemployment could rise. However, instead of saying that manufacturing robots will lead to unemployment, the workforce must adapt to the needs of the new era and realize its potential in areas such as robotics and automation on the one hand, and in areas such as social sciences, anthropology, service sector, natural life, organic products, education, agriculture, livestock and technology business. New professions, new products, new processes, new production methods and new technologies must be produced by people. The transformation of the manufacturing process into a digitalization process does not mean that it will negatively affect all employment. On the contrary, people must respond to this process with more than one transformation strategy and innovative change [9].

One of the consequences of globalization is that international capital is directed to countries where labor is cheap and that labor in the country of origin faces unemployment.

Frey and Osborne of Oxford University estimate that 47% of current US jobs will soon be at risk of being replaced by computer technology. A similar study was carried out for Germany, which indicates that 59% of jobs are at risk as a result of the digital revolution. For member countries of the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), this figure is 57%. A deeper analysis shows that the degree of substitution of computer technology varies considerably between different work groups. Another labor market study found that more than 50% of Sweden's current jobs could be replaced by computers and robots over the next 20 years. Obviously, this process of change will not affect the labor market in the same way. At this stage, it is assumed that the labor market will be divided into such segments as low-skilled / low-paid workers and high-skilled / high-paid workers [10].

It can be seen that two-thirds of people in the United States believe that most of the work that humans do is done by robots, but 80% of these people believe that their

work will not be affected by this process. It is argued that the first impact of Industry 4.0 on labor markets is primarily technological unemployment, as in other industrial revolutions.

Industry 4.0, however, will leave unemployed primarily skilled professionals and professions that have the ability to work independently with an unskilled labor force. Sooner or later, the work of many different professions, such as lawyers, financial analysts, doctors, journalists, accountants, insurers, and librarians, will be partially or fully automated before most people figure it out.

It can be foreseen that Industry 4.0 will tend to increase the supply of skilled software, coding and robotics labor in the labor market. The fact that qualifications can be realized in the short term under the Fordist model of production has had little impact on the characteristics of labor markets. In the development of Industry 4.0, the acquisition of skills in the vocational education of the workforce is an unpredictable compensation policy in the short term. In this case, short-term unemployment in the labor market may be more concentrated on unskilled workers, and the skilled workforce will not be able to respond to the increase in supply during this short-term period. This would lead to the fact that the labor market, on the one hand, would increase the wages of a small number of skilled labor, on the other hand, would reduce the tendency towards wages of unskilled labor [11].

According to the World Economic Forum's 2018 Global Gender Gap Report, professions that employ both men and women are at risk of automation. Unemployment will be higher as a result of automation in male-dominated sectors such as manufacturing, construction and assembly. However, the increased capabilities of artificial intelligence and the ability to digitize tasks in the service sector are the result of automation, and this will also lead to a decrease in labor demand in professions such as call centers and the retail sector, where women traditionally occupy a higher place. In other words, due to the automation of many jobs, the female workforce is expected to face the greatest job losses. It is assumed that the creation of new jobs to replace the lost ones will not be as proportional as the jobs created in previous revolutions.

It is clear that the blue collars of past industrial revolutions are no longer needed, and white collars will only work in areas that cannot be filled with automation and robotics. However, the skilled gray-collar and gold-collar workforce are able to work in accordance with their ability to benefit from their knowledge, skills and experience.

According to the World Economic Forum's Future of Jobs report, 65% of the future occupations of primary school students will be in as-yet-unknown occupations, and these occupations will require high levels of creativity, problem solving, logical and mathematical thinking, and visual ability.

In addition, the same report predicts that data analysts will be more in demand in all sectors in the future. Programmers, software developers, and information security analysts will rank second in computing and mathematics. In second place are architecture and engineering, sales specialists, top managers, product designers, HR and organizational development specialists, and government relations specialists.

Almost every sector, every area of business will be digitized, as already mentioned, and each will become a separate line of business [12].

The expected changes in working life can be summarized as follows:

- the need for unskilled labor will be reduced;
- the need for skilled workforce and digital skills will grow;
- instead of the lost professions, new professions and jobs will be created, many new jobs will appear;
- the importance of flexible structures that can quickly respond to changes in working conditions will increase;
- there will be a transformation in the social structure;
- occupational health and safety will be supported by robots, and more stringent measures can be taken against these risks;
- in the face of cybersecurity risks, the concepts of vocational education and training throughout life will gain more and more importance;
- trade unions will lose their importance and strength;
- working hours will be reduced by improving working conditions and balance between work and personal life;
- freelancers will increase due to human-cloud platforms;
- the wages of unskilled workers will fall;
- the wages of skilled workers will rise.

It is believed that highly hazardous work will be performed by robots, and human losses will be reduced due to industrial accidents.

According to forecasts of the Ministry of National Economy of the Republic of Kazakhstan, by 2022 the number of people employed in the economy will grow to 8.6 million people, of which 33% will be employed in the real sector, and 67% in the service sector.

The greatest decrease in demand is expected in the agricultural sector, where the release of workers will amount to 240 thousand people. And the biggest growth is in the «social economy». Sectors such as education, health care and public administration will provide an increase in employment of 121.5 thousand people.

The most favorable conditions for employment growth are developing in the regions that determine the dynamics of secondary modernization and the service sector in Kazakhstan. The axis of business activity will remain Almaty-Karaganda-Nur-Sultan. In these regions, the main intra-republican migration flow is formed.

Until 2022, the national economy will need about 459.0 thousand workers.

Due to the change in the structure of demand for labor, it is expected to reduce about 288.4 thousand jobs.

According to estimates, the number of potentially unemployed and workers requiring retraining will be 208.1 thousand people by 2022.

According to forecasts of the Ministry of Labor and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan, by 2022 in the country as a whole, the most demanded professions will be workers providing individual services, architects and

engineers, employees of services for the protection of citizens and property, middle administrative and managerial personnel, health professionals [thirteen].

The least in demand will be unskilled agricultural workers, crop and livestock producers, tent and market sellers.

As a result of technological transformations, new professions will appear and old ones will disappear or partially change. An assessment of the impact of modernization on the release of labor in Kazakhstan shows that today already 16% of enterprises (out of 10 thousand surveyed enterprises) are planning technological re-equipment, automation of production processes, labor mechanization, digitalization or other modernization. This eliminates the need for mid-skilled and low-skilled labor while the demand for highly skilled workers is booming.

In Kazakhstan, in the structure of employment in terms of qualifications, an increase in the share of workers with high and medium qualifications is expected (+459 thousand), while the share of workers with low qualifications will significantly decrease (-288.4 thousand). According to the forecast, by 2022, the economy will employ about 1.5 million people with low qualifications, 5.0 million people with an average and about 2.0 million people with a high level of qualifications [13].

In the future, a number of professional specializations in the field of science can be attributed to the number of diminishing or disappearing professions, which is caused by the aging of the personnel. The replacement process will affect a number of professions with standardized functions in industries, primarily in the mining and metallurgical sector (miners, drifters, drillers, blastmen, foundry workers, furnace operators, etc.).

At the same time, the cost of labor will slow down the disappearance of professions and the replacement of people with machines. Technological renewal requires large investments, while in the short term, job retention can lead to cost savings for enterprises. However, without the necessary qualifications of workers, the productivity of enterprises will remain at a low level.

## Findings

Thus, a study of the likely impact of Industry 4.0 on Kazakhstan in different dimensions is essential.

1. As in many other areas, Industry 4.0 has opened the door to radical social and economic changes. It is inevitable that in Kazakhstan, the Industry 4.0 revolution will bring many changes from industrial relations to social relations and transformations.

2. In Kazakhstan, Industry 4.0 will bring about a critical transformation in labor relations. In Kazakhstan, the processes of industrial transformations have not yet been completed, and the education system is only transforming to prepare a high-quality workforce, which will subsequently create an economic system based on products with high added value.

## Список литературы

[1] Денисов, Д.В. От цифровой грамотности к цифровой компетентности: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Чебоксары: ИД «Среда», 2018. С. 38-41.

- [2] Батырбаева, А. К. Глобальные тренды цифровизации и международный опыт. Научный журнал «Молодой ученый». 2019. №15. С. 16-17.
- [3] В. Бутенко, К. Полуниин. Россия 2025: от кадров к талантам. Научный доклад / Москва, 2017. 135 с.
- [4] Цифровые навыки сотрудников: 6 главных вызовов для HR в области обучения. Корпоративный университет Сбербанка — Словарь-справочник «Корпоративное обучение для цифрового мира», 2018. 154 с.
- [5] Генкин А. Михеев А. Блокчейн. Как это работает и что нас ждет завтра. М.: Альпина паблишер, 2018. 592 с.
- [6] Ватанабе, К., Тоу, Ю., Нейтгаанмяки, П. Новый парадокс цифровой экономики — структурные источники ограничения статистики ВВП. Technol. Soc. 2018, №55, 9. 23.
- [7] Ричардсон, Л., Бисселл, Д. Географии цифровых навыков. Геофорум. 2019, №99, С. 278-286.
- [8] Коломбо, Э., Меркорио, Ф., Меццанзаника, М. ИИ встречает рынок труда: изучение связи между автоматизацией и навыками. Инф. Экон. Политика. 2019, №47, 27-37.
- [9] Курт, Р. Индустрия 4.0 с точки зрения производственных отношений и ее влияние на трудовую жизнь. Процедуры Comput. Sci. 2019, 158. С. 590-601.
- [10] Джеймс, Т., Миллер, Дж.: Разработка плана мониторинга и оценки. В: Вагнер, Д., Дэй, Б., Джеймс, Т., Козма, Р., Миллер, Дж., Анвин, Т. (ред.) Мониторинг и оценка ИКТ в образовательных проектах, стр. 57-76. infoDev, Всемирный банк, Вашингтон, округ Колумбия (2005 г.).
- [11] Дебора, Г. МОТ по вопросам политики, МОТ, 26 октября 2017 г., Женева.
- [12] Цифровизация и Индустрия 4 — Стратегии реализации политики компании, IG Metall, 2017.
- [13] Рахимова, С.А., Беспалый, С.В. и др. Цифровая экономика и ее влияние на индустриально-инновационное развитие: коллективная монография. Алматы: Изд. дом «МИР», 2020. 260 с.

Для цитирования: Галкин Д.Г. Стратегия и тактика адаптации сельского хозяйства к последствиям изменения климата: региональный аспект // [Электронный ресурс]

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/1\\_4.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/1_4.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.004

УДК 332.1

## СТРАТЕГИЯ И ТАКТИКА АДАПТАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА К ПОСЛЕДСТВИЯМ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА: РЕГИОНАЛЬНЫЙ АСПЕКТ\*

*Д.Г. Галкин<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», г. Барнаул, Россия

E-mail: [gennadichu@mail.ru](mailto:gennadichu@mail.ru)

### **Введение**

Исследования показывают, что без стратегий адаптации к последствиям климатических изменений сельскому хозяйству может быть нанесён значительный экономический ущерб. Однако уже в настоящее время возможно компенсировать потери сектора различными адаптационными мерами: диверсификация культур и изменение сроков технологических операций (посадки или севооборотов), увеличение количества удобрений и пестицидов, диверсификация доходов, институциональные изменения (меры правительства), технологические разработки [1, 2]. Указанные направления являются универсальными и могут быть основой для стратегий адаптации сельского хозяйства к изменениям климата. Кроме того, ценной является информация о том, насколько уязвимы товаропроизводители в зависимости от различных систем ведения сельского хозяйства и социально-экономических условий. Чтобы адаптировать сельское хозяйство к последствиям климатических изменений на уровне конкретных регионов, необходимо определить ключевые направления.

Многие меры адаптации являются ресурсоемкими и зачастую недоступны сельскохозяйственным товаропроизводителям, а следовательно, требуют участия государства. Национальные адаптационные планы, разработанные в различных государствах, значительно отличаются друг от друга в зависимости от уровня развития стран, приоритетов государственной политики в области изменения климата, степени подверженности экономики и социальной сферы климатическим рискам. В докладе о научно-методических основах для разработки стратегий адаптации к изменениям климата в РФ выделены общие стадии адаптационного процесса:

---

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Министерства культуры, образования, науки и спорта Монголии в рамках научного проекта №19-510-44011 Монг\_т «Развитие концепции органического сельского хозяйства на основе прогрессивных методов и технологий».

- 1) определение потребностей в адаптации;
- 2) определение комплекса мер для различных вариантов адаптации;
- 3) экономическая оценка этих вариантов;
- 4) планирование и реализация выбранных адаптационных мер на федеральном уровне и на уровне субъектов федерации;
- 5) мониторинг и оценка хода реализации и результатов адаптации, внесение необходимых коррективов в осуществляемые меры [3].

Одним из типичных агропромышленных регионов является Алтайский край. Для определения потребности в адаптации сельского хозяйства целесообразно определить значимость данного сектора для экономики региона и его подверженность климатическим рискам, основные климатические воздействия на сектор и их последствия. Алтайский край обладает значительной площадью земель сельскохозяйственного назначения, однако неблагоприятные климатические условия ограничивают возможности успешного ведения сельского хозяйства. Население региона — 2341,4 тыс. чел., удельный вес городского населения — 56,6%, сельского — 43,4%. Экономическая значимость сельского хозяйства с учётом его доли в ВРП Алтайского края достаточно высока — 13,4% против 4,3% в России.

### Обсуждение и результаты

Сектор «Сельское хозяйство» в значительной степени подвержен климатическим условиям. В качестве примера зависимости сельского хозяйства от засухи можно привести 2012 год (самый жаркий в Алтайском крае за последние 10 лет), когда наблюдались самые высокие среднегодовые температуры в летние месяцы (июнь и июль — 22,1°C, рисунок 1) при самых минимальных среднемесечных осадках в июне 2012 г. — 10 мм (рисунок 2).

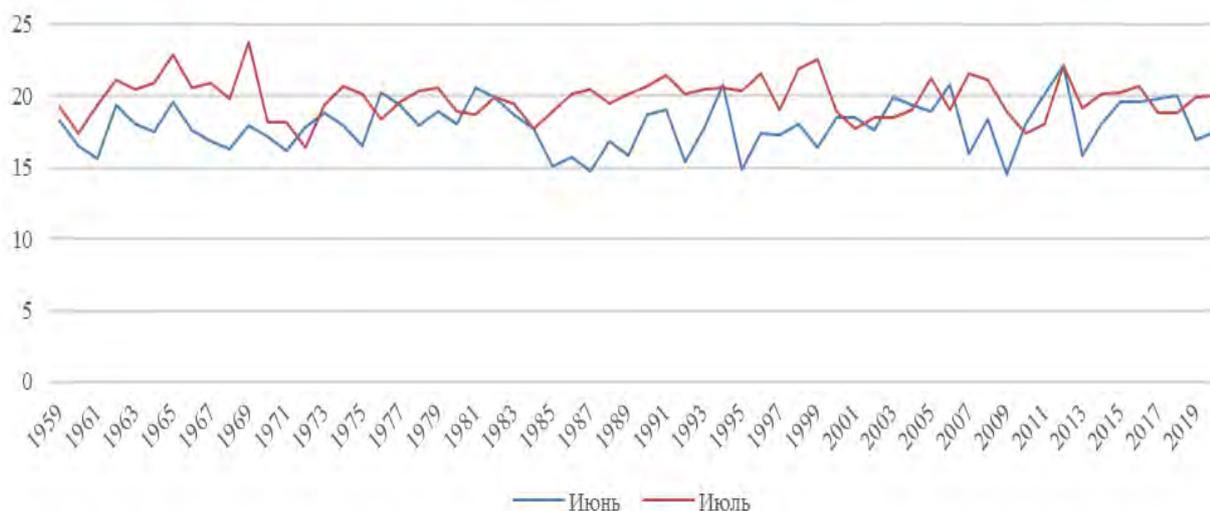


Рисунок 1. Средние месячные температуры воздуха в Барнауле в июне и июле 1959-2020 гг., °C

Figure 1. Average monthly air temperatures in Barnaul in June and July 1959-2020, °C

Урожайность зерновых и зернобобовых во всех категориях хозяйств составила 8,4 центнера с гектара, при этом в 2013 году значение показателя увеличилось на 69% и составило 14,2 центнера с гектара. По итогам 2012 года снижение сбора зерна в крае составило 36%. Рост цен на зерновые в Алтайском крае за 2012 г. составил 80,9%.

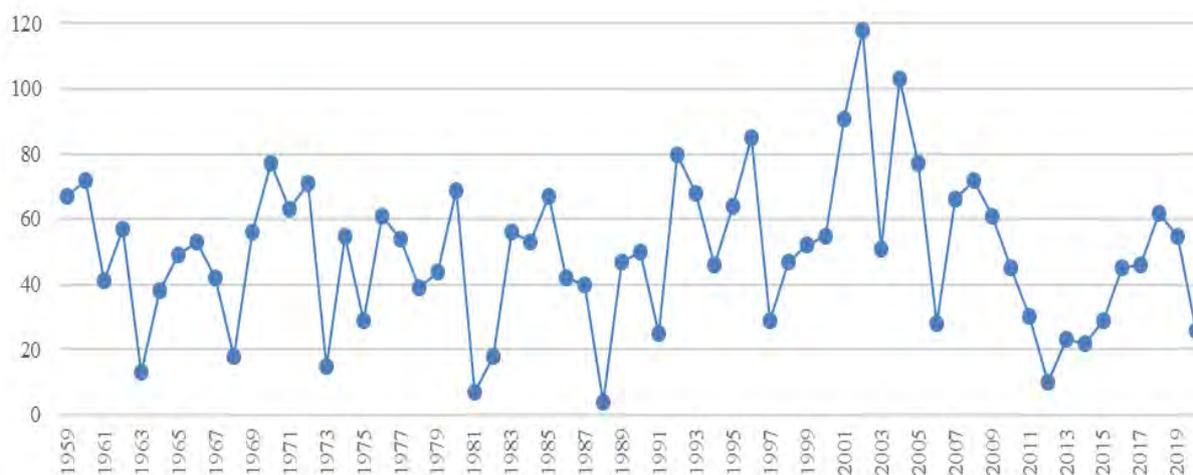


Рисунок 2. Среднемесячные осадки в июне 1959-2020 гг., мм  
Figure 2. Average monthly precipitation in June 1959-2020, mm

Исследования показывают, что сельское хозяйство в различных регионах будет зависеть от характера изменения климата. Климатические модели прогнозируют дальнейшее повышение температуры, более неравномерное выпадение осадков и возможное увеличение интенсивности и/или частоты экстремальных погодных явлений. Россия в целом и Алтайский край в частности также подвержены влиянию последствий глобального изменения климата. Потепление наблюдается на всей территории России, скорость роста среднегодовой температуры составила 0,47°C в десять лет, что в 2,5 раза больше скорости роста глобальной температуры [4]. На территории Алтайского края за период наблюдений 1838-2020 годов наибольший темп роста среднегодовой температуры отмечается с 1960 года по настоящее время, что может быть связано с развитием научно-технического прогресса, увеличением выбросов парниковых газов в энергетике и промышленности. В Алтайском крае можно наблюдать циклический характер климатических изменений, начиная с 1838 г. и наибольшую амплитуду колебаний с 1960 годов (рисунок 3). Тренд может быть задан функцией, показывающей высокую достоверность. Таким образом, территория Алтайского края отзывчива к последствиям глобального изменения климата, среднегодовая температура имеет долгосрочный восходящий тренд.

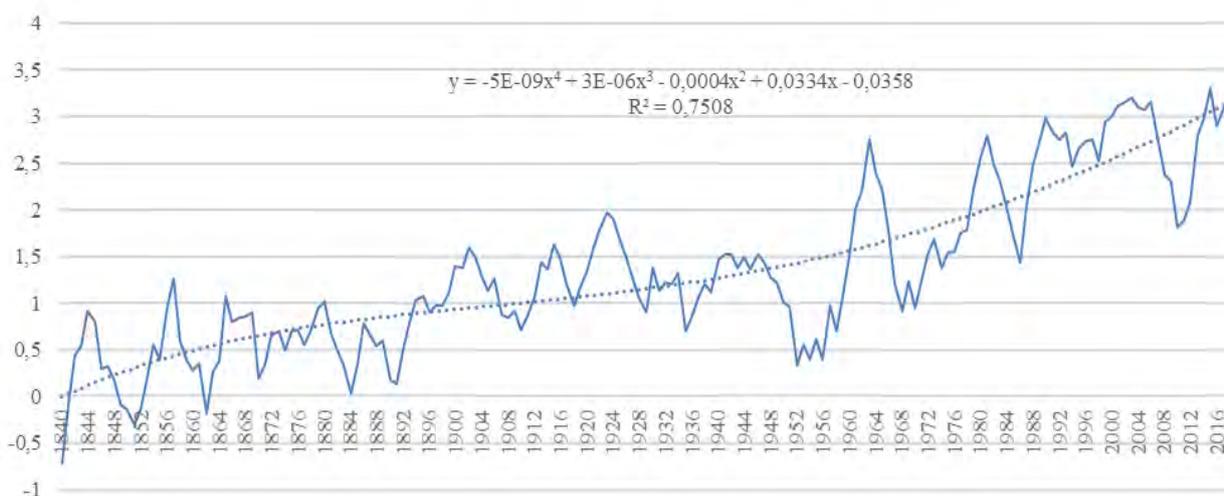


Рисунок 3. Динамика среднегодовой температуры методом укрупнения интервалов в Алтайском крае за 1838-2020 гг.

Figure 3. Dynamics of the average annual temperature by the method of enlarging the intervals in the Altai Territory for 1838-2020

Цели концепций адаптации сельского хозяйства к последствиям глобальных климатических изменений, как правило, заключаются в повышении устойчивости отрасли к изменению климата, а также в сокращении выбросов парниковых газов. Известные концепции климатически оптимизированного сельского хозяйства [5-7] позволяют определить основу стратегии и тактики адаптации товаропроизводителей продовольствия Алтайского края к последствиям глобального изменения климата исходя из периода реализации.

К тактическим направлениям адаптации сельскохозяйственных товаропроизводителей к последствиям глобального изменения климата целесообразно отнести следующие:

1) микроуровень — диверсификация культур, севооборот, использование органических и минеральных удобрений, посевы засухоустойчивых и/или раннеспелых сортов, орошение сельскохозяйственных культур, страхование посевной площади и поголовья сельскохозяйственных животных;

2) мезоуровень — мониторинг и оценка адаптации сельского хозяйства к последствиям климатических изменений;

3) макроуровень — трансферты, налоговые льготы, страхование с государственным участием.

К стратегическим направлениям адаптации сельскохозяйственных товаропроизводителей к последствиям глобального изменения климата целесообразно отнести следующие:

1) микроуровень — трудовая миграция (производство продовольствия в других регионах), работа вне сектора (торговля, туризм), органическое сельское хозяйство (наращивание органического вещества в почве и снижение уязвимости к засухе [8]);

2) мезоуровень — мониторинг и оценка адаптации сельского хозяйства к последствиям климатических изменений;

3) макроуровень — международное сотрудничество, систематическое обновление программ развития сектора, инвестиций в научные исследования.

Типы стратегий определены исходя из периодов и уровней реализации. Предполагается три уровня реализации стратегий: микроуровень (частный сектор экономики), мезоуровень (региональное правительство) и макроуровень (федеральное правительство). Применение конкретных мер зависит от интенсивности и частоты опасных гидрометеорологических явлений.

## Выводы

1. С учетом влияния последствий глобального изменения климата на сельское хозяйство необходимо определить потребности в адаптации для конкретных регионов с учётом их специализации.

2. Рассматриваемый в статье регион, Алтайский край, отзывчив к последствиям глобального изменения климата, среднегодовая температура имеет долгосрочный восходящий тренд, усилившийся с 1960 года.

3. Основные стратегии и тактики адаптации сельского хозяйства рассматриваемого региона могут быть сгруппированы исходя из уровней реализации.

## Список литературы

1. Cohn, A. S., Newton, P., Gil, J. D., Kuhl, L., Samberg, L., Ricciardi, V., & Northrop, S. (2017). Smallholder agriculture and climate change. *Annual Review of Environment and Resources* (42). 2017. p. 347-375.
2. Harvey, C. A., Saborio-Rodríguez, M., Martínez-Rodríguez, M. R., Viguera, B., Chain-Guadarrama, A., Vignola, R., & Alpizar, F. Climate change impacts and adaptation among smallholder farmers in Central America. *Agriculture & Food Security*, 7(1). 2018. p. 1-20.
3. Отчет о научно-методических основах разработки стратегии адаптации к изменению климата в Российской Федерации (в компетенции Росгидромета). Санкт-Петербург; Саратов: Амирит. 2020. 120 с.
4. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2019 год. Москва. 2020. 97 с.
5. Папцов А.Г., Шиловская С.А., Колесников А.В. и др. Адаптация сельского хозяйства России к глобальным изменениям климата. М: ВНИИЭСХ. 2015. 44 с.
6. Рамочная конвенция ООН об изменении климата // URL: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convru.pdf> (дата обращения: 15.03.2021)
7. Стратегия адаптации сельского хозяйства Республики Беларусь к изменению климата // URL: <https://minpriroda.gov.by/uploads/files/4-Minselxozprod-Strategija-adaptatsii-s-x.pdf> (дата обращения: 15.03.2021)
8. Галкин Д.Г. Развитие регионов агропромышленной специализации в постиндустриальной экономике: новые подходы к производству продовольствия // Вестник Челябинского государственного университета. 2017. №10. С. 94-101.

Для цитирования: Давиденко Л.М. Концепция цифровой системы управления технологическим ростом компании // [Электронный ресурс]

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/1\\_5.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/1_5.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.005

УДК 338.36

JEL Classification: F15, L23, Q56

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЕКТЫ ДЕКАРБОНИЗАЦИИ «NET-ZERO»: ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ, ПЕРСПЕКТИВЫ РЕАЛИЗАЦИИ\***

*Л.М. Давиденко<sup>1,2</sup>*

1 Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, г. Омск, Российская Федерация

2 Инновационный Евразийский университет, г. Павлодар, Республика Казахстан

E-mail: [davidenkolm@rambler.ru](mailto:davidenkolm@rambler.ru)

### **Введение**

Энергетическая безопасность общественно значимых промышленных объектов является основой жизнеобеспечения мировой экономики. Парадигма использования природных ископаемых в качестве энергетических источников постепенно дополняется современным осознанием негативных последствий влияния традиционных технологий добычи и переработки сырья, в том числе углеводородов. В связи с этим менеджментом промышленных корпораций, институциональными учреждениями ставятся задачи по постепенному переходу к экологически чистым технологиям организации производства. Большая часть общества видит перед собой цель реализации политики декарбонизации «Net-Zero» к 2050 году, предполагающей сведение к «нулевой» отметке объемов выбросов загрязняющих веществ, в частности CO<sub>2</sub>. Капитальные вливания в данное направление осуществляются крупными корпорациями самостоятельно, а также в технологической связи друг с другом и при поддержке Международных финансовых организаций (аббревиатура «МФО») и государства.

### *1. Базовые элементы технологических проектов декарбонизации «Net-Zero»*

Проекты низкоуглеродной энергетики имеют специфику в сферах управленческих технологий, технологического и финансового менеджмента. На рисунке 1 представлены наиболее значимые элементы механизма реализации проектов в рамках стратегии «Net-Zero».

---

\* Исследование выполнено в рамках Научного проекта №19-010-00081 по теме «Технологическая интеграция в обрабатывающей промышленности в рамках приоритетов научно-технологического развития России» при финансовой поддержке РФФИ.

**Организационно-экономический механизм реализации проектов по достижению «нулевого» баланса промышленных выбросов**

*Целевые установки:* рост энергоэффективности производства, расширение использования возобновляемой энергии и сокращение выбросов парниковых газов.

**Элементы технологических проектов декарбонизации «Net-Zero»**

Соблюдение международных стандартов корпоративного управления в области развития системы экологического менеджмента.  
Снижение воздействия структурных подразделений промышленных комплексов на окружающую среду путем сокращения выбросов в атмосферу.  
Увеличение объемов финансирования низкоуглеродной и энергоэффективной экономики путем развития модели «зеленые» инвестиции, включающей привлекательную прибыль с учетом рисков.  
Специальное экологическое кредитование коммерческими банками путем перераспределения капитала МФО, в частности ЕБРР. Инструменты прямого финансирования из бюджета на общенациональном и субнациональном уровнях, такие как совместный акционерный капитал, гранты, льготные государственные кредиты; инструменты, смягчающие риски, в частности, гарантии, льготные тарифы на подключение; инструменты для привлечения дополнительных частных инвестиций, в том числе «зеленые» облигации.

Рисунок 1. Механизм реализации технологических проектов декарбонизации «Net-Zero» (автор с использованием источников [1,2])

Figure 1. Mechanism for the implementation of technological projects for decarbonization «Net-Zero» (author using sources [1,2])

**2. Источники финансирования, перспективы реализации «зеленых» проектов (опыт отраслевых лидеров)**

Технологические проекты, в основе своей преследующие цель трансформации действующих технологий, требуют повышенного внимания со стороны всех служб предприятий, так как преобразования могут сопровождаться непредвиденными расходами в случае дефицита заложенных в бюджет средств и изменения сроков реализации. Практика разработки и внедрения «зеленых» технологий в последние годы основывается на сочетании традиционных и цифровых технологий, что позволяет сводить к минимуму сопутствующие инвестиционным проектам риски. Приведем характерные особенности процесса реализации технологических проектов экологической направленности (таблица 1).

**Таблица 1. Основные параметры реализации «зеленых» проектов**  
**Table 1. The main parameters of the implementation of «green» projects**

Целевые установки проектов	Механизмы инвестиционной деятельности в рамках проектов	Перспективы реализации проектов
<b>«En+ Group», Международная компания Публичное акционерное общество «Объединенная Компания «РУСАЛ» (МКПАО «ОК РУСАЛ»)</b>		
<p>«En+ Group». Сокращение прямых выбросов, включая сжигание топлива на объектах (газовые котлы, автопарки, кондиционирование воздуха); сокращение косвенных выбросов (от распределения энергии, приобретенной на основе прямых договоров купли-продажи) [2]. МКПАО «ОК РУСАЛ», представитель металлургического сегмента «En+ Group». Выведение на рынок «зеленого» алюминия ALLOW, для производства которого используется электроэнергия из возобновляемых источников, на всех стадиях технологического процесса зафиксирован минимальный «углеродный след» [3]</p>	<p>Выпуск Международных сертификатов возобновляемой энергии «International Renewable Energy Certificate» («I-REC»), открытие добровольных «углеродных» кредитов. Оперативная отчетность о выбросах, производимых по цепочке поставок продукции в рамках добровольной углеродной отчетности «Carbon Disclosure Project» («CDP»)</p>	<p>Программа «Новая энергия» по модернизации ГЭС Ангаро-Енисейского каскада с целью роста уровня безопасности, надежности и качества энергоснабжения потребителей в регионах Сибири</p>
<b>Total S.A., Microsoft Corporation</b>		
<p>Total S.A. Проекты цифровой трансформации на основе искусственного интеллекта с целью ускорения перехода к «нулевой» экономике, в частности, внедрение низкоуглеродных технологий, развитие производства сжиженного природного газа (СПГ) и технологий «удаления углерода» на базе облачных платформ Power Platform Microsoft; автоматизация бизнес-процессов, снижение затрат и упрощение доступа к данным для гражданских разработчиков [4].</p> <p>Microsoft. Совместный проект с Saft Total по формированию портфеля локальных резервных энергетических активов; разработка дорожной карты перехода к использованию крупногабаритных батарей для устранения зависимости от дизельного топлива, которое используется в генераторах, обеспечивающих резервное питание центров обработки данных [4]</p>	<p>Total. К 2025 году снабжение низкоуглеродной энергией 8 миллионов потребителей; выработка 35 ГВт возобновляемой электрической энергии в 2025 году, 100 ГВт — в 2030 году. Капитальные вложения в размере 1,5-2 млрд. долларов США в год.</p> <p>Microsoft. Обязательство к 2025 году использовать 100% возобновляемых источников энергии</p>	<p>Трансформация корпоративной стратегии Total, изменение в 2021 году названия компании на TotalEnergies SE. Формирование портфеля возобновляемых источников энергии / электроэнергии, на который в 2050 году должно приходиться до 40% продаж Total</p>
<b>Royal Dutch Shell</b>		
<p>Royal Dutch Shell. Диверсификация производственного портфеля в сторону СПГ, развитие инновационных проектов в электроэнергетике, участие в разработке экспериментальных технологий по развитию новых источников энергии [5]</p>	<p>Наращивание объемов «зеленых» инвестиций, прогнозная оценка в размере 1-2 млрд. долларов США в год при общем объеме годовых вложений 25-30 млрд. долларов США</p>	<p>Планы сокращения чистых выбросов углекислого газа к 2050 году в 2 раза по сравнению с уровнем 2016 года</p>

Целевые установки проектов	Механизмы инвестиционной деятельности в рамках проектов	Перспективы реализации проектов
<b>ПАО «НК Роснефть»</b>		
<p><i>Роснефть.</i> Реализация Стратегии «Роснефть – 2022»: наращивание добычи природного газа как топлива с более низким уровнем выбросов парниковых газов; разработка, выпуск и тиражирование продукции с высокой топливной эффективностью. Снижение эмиссии углекислого газа, развитие энергоэффективности, повышение уровня утилизации попутного нефтяного газа (ПНГ), высвобождаемого из нефтяных пластов в процессе добычи [6]</p>	<p>За последние пять лет объем «зеленых» инвестиций составил около 3,2 млрд. долларов США. Плановые вложения в экологические проекты к 2025 году — свыше 4 млрд. долларов США. Инвестиции в развитие технологии утилизации ПНГ — 125 млрд. рублей, т.е. около половины всех «зеленых» инвестиций компании</p>	<p>Создание службы «углеродного» менеджмента</p>
<b>ПАО «Газпром нефть»</b>		
<p><i>Газпром нефть.</i> Научные исследования по рекультивации ранее загрязненных нефтепродуктами земель, полный период восстановления экосистемы 5-7 лет. Пилотный проект по использованию альтернативных источников энергии, пуск в эксплуатацию солнечной электростанции мощностью 1 МВт, обеспечивающей электроэнергией комплекс административных зданий Омского НПЗ. Реализация программы «Чистый воздух», входящей в национальный проект «Экология». Инновационные комплексы биологических очистных сооружений «Биосфера» на Московском НПЗ. Цифровизация системы сбыта продукции — роботизация топливозаправочных комплексов, система контроля качества нефтепродуктов на всех этапах, развитие мобильных сервисов и услуг [7]</p>	<p>Венчурное финансирование по линии Фонда «Новая индустрия» («New Industry Ventures»): разработка новых материалов, технологий, продуктов и сервисов для нефтегазовой отрасли. Выпуск топлива пятого экологического класса высокой степени очистки со сверхнизким содержанием загрязняющих веществ, в том числе серы и бензола [8]</p>	<p>Повышение стоимости корзины нефтепродуктов для обеспечения экономической устойчивости и технологической гибкости НПЗ в различных рыночных условиях</p>
<b>АО «Национальная компания «КазМунайГаз»</b>		
<p>Внедрение инновационной системы управления проектами. Создание «Цифрового Генерального плана НПЗ» высокой точности, полученного методом лазерного сканирования реальных производственных объектов и 3D-моделирования для сокращения затрат на ремонты и проектирование, повышения уровня производственной безопасности и безаварийной эксплуатации установок [9]</p>	<p>Затраты на охрану окружающей среды в 2019 году составили свыше 50 млн. долларов США; они включают в себя выплату налогов за нормативные эмиссии, затраты на природоохранные мероприятия, страхование, компенсации в области охраны окружающей среды, «зеленые» инвестиции</p>	<p>Внедрение аналитической геоинформационной системы по объектам газопроводов для оперативного реагирования при аварийных ситуациях</p>

Примечание: автор с использованием источников [2-9]

Note: author using sources [2-9]

### 3. Экономико-экологические параметры управления промышленными комплексами

Насколько эффективными окажутся принимаемые в настоящее время меры, покажут действия, согласованные по приоритетным направлениям функционирования компаний и стейкхолдеров. Ученые проводят исследования внешних и внутренних факторов устойчивого развития предприятий. В таблице 2 представлено обобщение наиболее существенных, на наш взгляд,

подходов к управлению промышленными комплексами, которые способствуют успешной практике экологического менеджмента.

*Таблица 2. Экономико-экологические параметры управления промышленными комплексами*  
**Table 2. Economic and environmental parameters of industrial complex management**

Экономико-экологические параметры управления	Индикаторы устойчивости промышленных комплексов	Исследователи
Аналитическое обеспечение международных, политических и культурных аспектов цифровой трансформации	Прогрессивные устойчивые связи между участниками хозяйственных отношений; положительные темпы роста инвестиций в развитие интеллектуальной базы и технологические решения применительно к материальному производству; глобальный эффект от снижения общего уровня загрязнения окружающей среды	Л.А. Родина [10, с. 287]
Развитие связей на уровне региональной экономики	Технологическая сложность используемых оборудования и программных продуктов; безопасность применения цифровых технологий с учетом потенциальных угроз, роста числа несанкционированных воздействий и риска техногенных аварий	С.В. Кузнецов, Е.А. Горин [11, с. 33]
Критериальный анализ экономической безопасности отрасли	Уровень экономической безопасности крупных бизнес-структур; доказанные запасы; занимаемая доля рынка в добыче газа, ассортимент реализуемой продукции; объемы финансирования НИОКР и мероприятий по охране окружающей среды; уровень рентабельности, в том числе положительная динамика EBITDA*; доля государства в структуре акционерного капитала	С.Г. Симонов, М.А. Хаматханова, О.В. Ямова [12, с. 299-300]
Регулирование связей между бизнесом, государством и научной средой	Приток инвестиций не только от крупных компаний, но и от индивидуальных инвесторов; «online-сотрудничество» предпринимателей и потребителей; наличие «партнерских» отношений с госструктурами	Ю.И. Растова, Д.А. Степаненко [13, с. 118]
Развитие технологической интеграции	Методический инструментарий оценки технологических инноваций и интеграционных связей; уровень интеллектуально-ресурсного обеспечения инновационных проектов технологического развития	М.А. Миллер, А.Е. Миллер [14]; Е.В. Яковлева [15]
Развитие ценностно-ориентированного подхода к управлению промышленными комплексами	Уровень развития финансовых технологий в промышленном секторе; архитектура робототехнических комплексов и киберустройств; экоаналитика	П.В. Давиденко, Л.М. Давиденко [16, с. 46; 17]
Формирование хозяйственных комплексов отраслевых и межотраслевых объединений с перспективой их трансформации в экосистемы	Масштаб цепей поставок; развитость сетевой структуры; «бережливое» потребление логистических услуг операторов; создание потребительской ценности кооперирования на базе использования временно свободных производственных мощностей участников сетевых структур	В.В. Щербаков [18, с. 7]

Примечание: автор с использованием источников [10-18]

Note: author using sources [10-18]

\* аналитический показатель, равный объёму прибыли до вычета расходов по выплате процентов, налогов, износа и начисленной амортизации

## Заключение

Практика показывает, что на сегодняшний день нет действенных механизмов, способных гарантировать успешную реализацию низкоуглеродной программы, при этом проблемы энергетического перехода остаются открытыми для обсуждения и принятия объективных решений. Развитие ресурсоэффективной промышленной индустрии нефтегазового, металлургического комплексов, их тесное сотрудничество с корпорациями информационно-коммуникационного сектора рассматриваются в качестве ключевого этапа продвижения «зеленых» технологий. Ученые сходятся во мнении, что в сложившихся условиях не представляется возможным полный отказ от углеводородного сырья, равно как и одновременный переход мировой экономики на альтернативные источники энергии. По нашему мнению, только согласованные мероприятия, обмен инновационными технологиями, расширение источников инвестиций в «чистые» технологии помогут сделать шаг в направлении «Net-Zero».

## Список литературы

1. Birol F. Net zero by 2050 plan for energy sector is coming. January 2021. // URL: <https://www.iea.org/commentaries/net-zero-by-2050-plan-for-energy-sector-is-coming>.
2. На пути перехода к нулевому балансу выбросов // Специальный сайт «En+ Group». // URL: <http://netzero.ru/#path>.
3. «Углеродный след» заводов ALLOW (прямые и косвенные выбросы) в 5 раз меньше, чем в целом по индустрии // Сайт Международной компании публичного акционерного общества «Объединенная Компания «РУСАЛ». // URL: <https://rusal.ru/clients/allow/>.
4. Total and Microsoft Partner to Drive Digital Innovation and Net Zero Goals. // URL: <https://www.total.com/media/news/press-releases/total-and-microsoft-partner-drive-digital-innovation-and-net-zero-goals>.
5. Energy and innovation // Royal Dutch Shell website. // URL: <https://www.shell.com/>.
6. Отчеты в области устойчивого развития // Сайт ПАО «НК Роснефть». // URL: <https://www.rosneft.ru/Development/reports/>.
7. Отчеты и результаты // Сайт ПАО «Газпром нефть». // URL: <https://ir.gazprom-neft.ru/investment-case/why-invest/#growth-story>.
8. Рациональная экология // Специальный сайт ПАО «Газпром нефть». // URL: <https://ecology.neftegaz.ru/>.
9. Экологическая ответственность // Сайт АО «Национальная компания «КазМунайГаз». // URL: [https://www.kmg.kz/rus/ustoichivoe\\_razvitie/environment/](https://www.kmg.kz/rus/ustoichivoe_razvitie/environment/).
10. Родина Л.А. Аналитическое обеспечение международных, политических и культурных аспектов цифровой трансформации экономики // Двадцать шестые апрельские экономические чтения: материалы всероссийской научно-практической конференции, 14 апреля 2020 года. Омск: Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Омский филиал, 2020. С. 286-290.
11. Кузнецов С.В., Горин Е.А. Промышленное производство в макрорегионе «Северо-Запад»: ориентиры развития // Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития. 2020. №1 (60). С. 31-40.
12. Симонов С.Г., Хаматханова М.А., Ямова О.В. Оценка уровня экономической безопасности крупных компаний нефтегазового профиля: критериальный анализ // Современные тренды развития стран и регионов — 2018: материалы международной

- научно-практической конференции, 07 декабря 2018 года, в 2 томах, том 2 / отв. ред. О.В. Ямова. Тюмень: ТИУ, 2019. С. 295-304.
13. Растова Ю.И., Степаненко Д.А. Инновационная активность бизнеса в процессе реализации модели «тройной спирали» Генри Ицковича // Омский научный Вестник. Серия Общество. История. Современность. 2020. Т.5. №3. С. 117-121 // DOI: 10.25206/2542-0488-2020-5-3-117-121.
14. Миллер М.А., Миллер А.Е. Разработка методического инструментария оценки развития технологической интеграции // Проблемы устойчивого развития в отраслевом и региональном аспекте: материалы международной научно-практической конференции, 15 октября 2020 года, в 2 томах, том 1. Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2020. С. 107-111.
15. Миллер А.Е., Яковлева Е.В. Интеллектуально-ресурсное обеспечение инновационных проектов технологического развития // Современный менеджмент: проблемы и перспективы. Сборник статей по итогам XV международной научно-практической конференции, 23-24 апреля 2020 года / Под редакцией Е.А. Горбашко, И.В. Федосеева. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2020. С. 536-542.
16. Davidenko L.M. Financial management: Textbook / L.M. Davidenko. Pavlodar: Innovative University of Eurasia, 2019. 168 p.
17. Давиденко П.В., Давиденко Л.М. Финансовые технологии в промышленном секторе: проблемы, пути продвижения // Умные технологии в современном мире: материалы III Всероссийской научно-практической конференции, 24-25 ноября 2020 года. Челябинск: Южно-Уральский государственный университет, Высшая школа экономики и управления, 2020. С. 44-50.
18. Щербаков В.В. Экономика шеринга сетевой логистики хозяйственных комплексов // Логистика и управление цепями поставок: сборник научных трудов / Под редакцией В.В. Щербакова, Е.А. Смирновой. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2020. С. 5-13.

Для цитирования: Ковалева И.В. Концептуально-методический подход к развитию отраслевых рынков органической продукции в условиях территориальной локализации // [Электронный ресурс]

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/1\\_6.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/1_6.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.006

УДК 338.43 ; 339.13

## **КОНЦЕПТУАЛЬНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РАЗВИТИЮ ОТРАСЛЕВЫХ РЫНКОВ ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ\***

*И.В. Ковалева<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО Алтайский государственный аграрный университет Барнаул, Россия  
[irakovaleva20051@rambler.ru](mailto:irakovaleva20051@rambler.ru)

### **1. Введение**

Концептуально-методический подход к развитию отраслевых локальных рынков органической продукции базируется на следующих принципах биологической синергии:

— отказ от синтетических средств защиты растений и/или использование существующих биологических аналогов;

— применение органических соединений в сельском хозяйстве (навоза, растительных остатков и т.п.) в качестве удобрений;

— строгое соблюдение севооборота для борьбы с сорняками, вредителями и с целью восстановления плодородности почвы;

— работа по замкнутому циклу «земледелие–животноводство» (растениеводство обеспечивает животных кормами, животные дают удобрения для полей)» [1].

Динамика развития рынка органической продукции на мировом уровне свидетельствует о расширении площади органических земель (рисунок 1).

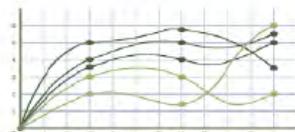
По данным Союза органического земледелия, на мировом рынке производства органической продукции ожидается восходящий тренд с ежегодным приростом производства продукции на уровне 8,72% [2]. В России органическое производство находится на начальной стадии развития и его исследованиям уделяется недостаточно внимания.

---

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Министерства культуры, образования, науки и спорта Монголии в рамках научного проекта №19-510-44011 Монг\_т «Развитие концепции органического сельского хозяйства на основе прогрессивных методов и технологий».

На рынке и производства органической продукции наблюдается долгосрочный восходящий тренд. При экстраполяции тенденций, можно прогнозировать средний ежегодный рост органического рынка не менее чем на 8,72% в ближайшие 10 лет.

**Прогноз роста площади органических земель и продаж органических продуктов питания в мире на 2020 - 2025 гг.**



**ДИНАМИКА РОСТА ПЛОЩАДИ ОРГАНИЧЕСКИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ И ПРОДАЖ ОРГАНИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ В МИРЕ 1999 - 2017 ГГ.**

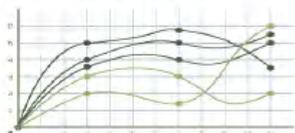


Рисунок 1. Динамика развития рынка органической продукции [2,3]  
Figure 1. The dynamic of development market of organic's product [2,3]

Производителями органической продукции, как правило, являются представители малого бизнеса в лице фермерских хозяйств и хозяйств населения на локальном (местном) уровне. Вместе с тем, локальный рынок органической продукции следует рассматривать как составную часть «...агропродовольственного рынка с определенным набором функций, характеристик. Рынок продовольственного сырья определяет состав, структуру и локализацию рынков готовой продукции, поскольку расположение перерабатывающих предприятий во многом обусловлено наличием и размещением сырьевой базы» [4] (рисунок 2). Субъекты рынка подразделяются по признакам и субъектам спроса и предложения. Это позволяет выстроить определенную производственно-функциональную взаимосвязь в производственно-хозяйственном цикле организаций, что во многом определяет организационно-экономический механизм агропродовольственного рынка (рисунок 3).

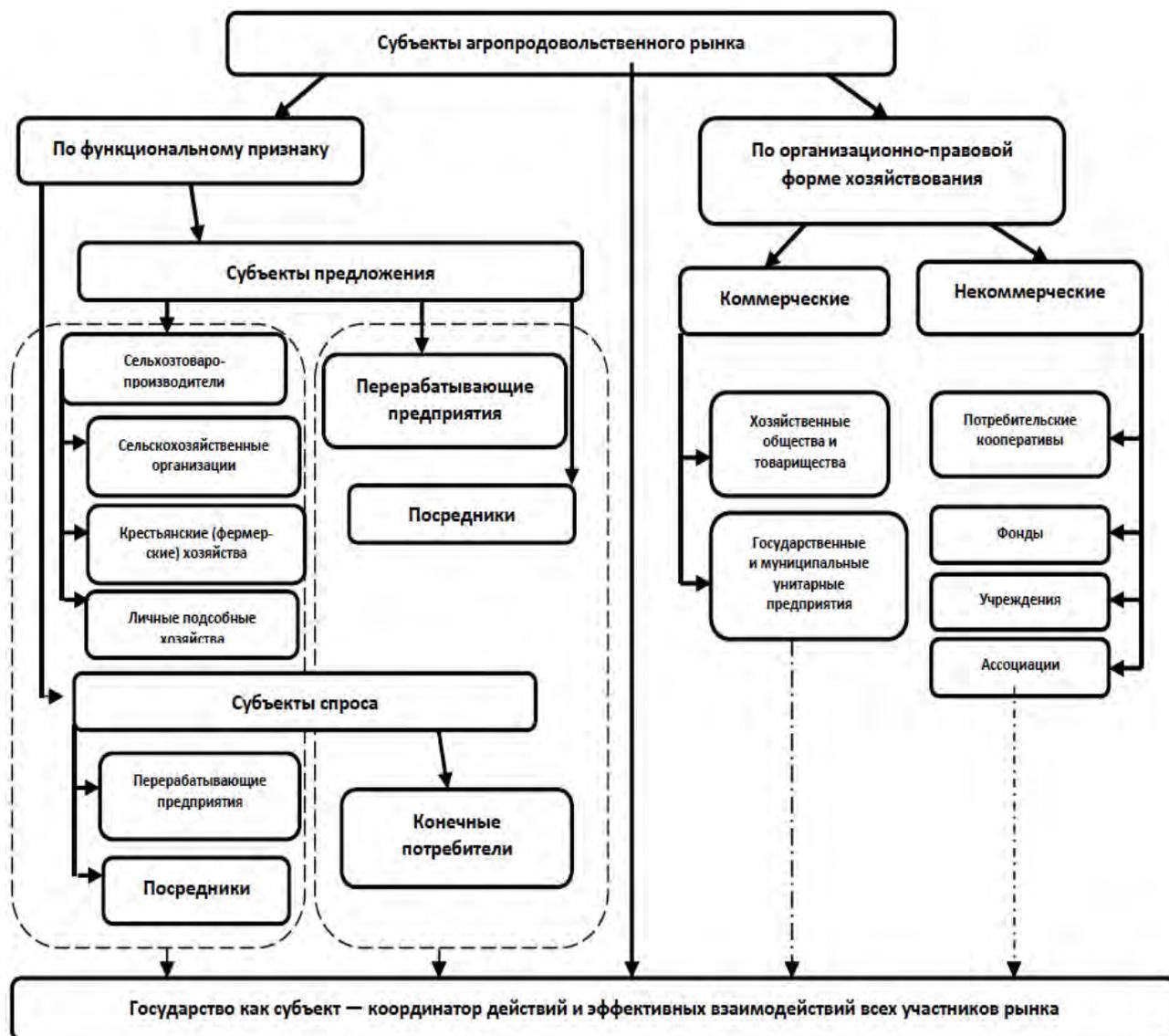


Рисунок 2. Субъекты агропродовольственного рынка [4]  
 Figure 2. The subject of agriculture market [4]

Границы отраслевого локального рынка определяются величиной емкости рынка, спроса и предложения, уровнем конкуренции, развитием инфраструктуры, что в конечном итоге влияет на формирование оптимальных объемов продаж на рынке продукции. Перечисленные элементы определяют емкость рынка органической продукции.

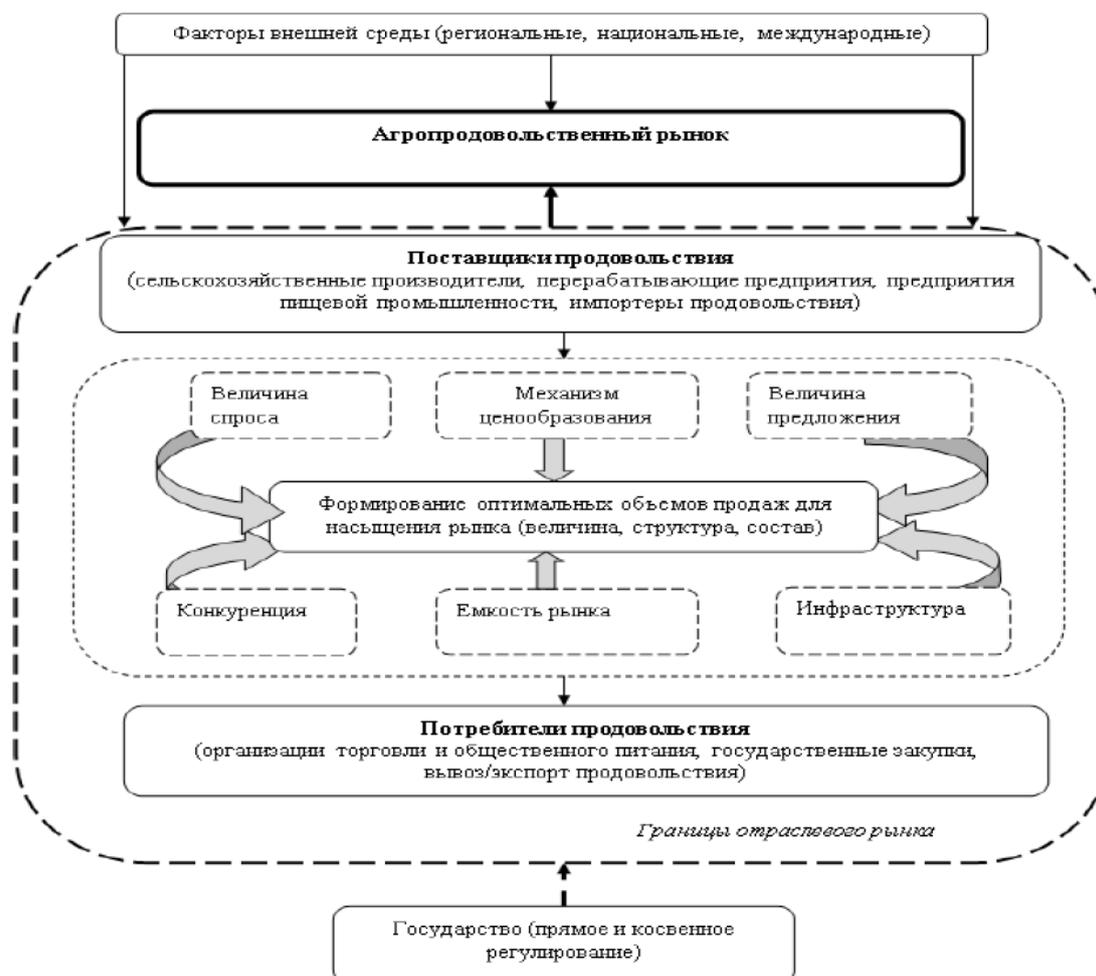


Рисунок 3. Модель организационно-экономического механизма агропродовольственного рынка [4]

Figure 3. The model economic mechanism of agriculture market [4]

Методический подход к анализу локального рынка региона включает 2 блока: (1) системный и маркетинговый анализ (рисунок 4) с выделением (2) локальных отраслевых сегментов на основе метода мэппинга [5]. Системный блок включает в себя четыре алгоритмических пунктов: оценку ресурсного потенциала рынка; идентификацию наиболее значимых показателей развития локального рынка; оценку ресурсов перерабатывающей отрасли, логистической инфраструктуры и оценку формирования и развития рынков органической продукции. Обобщающий результат блока системного анализа позволяет оценить уровень потенциально возможного производства продукции определённого вида [4]. Маркетинговый блок определяет виды маркетинговых исследований для формирования стратегии производства органической продукции.

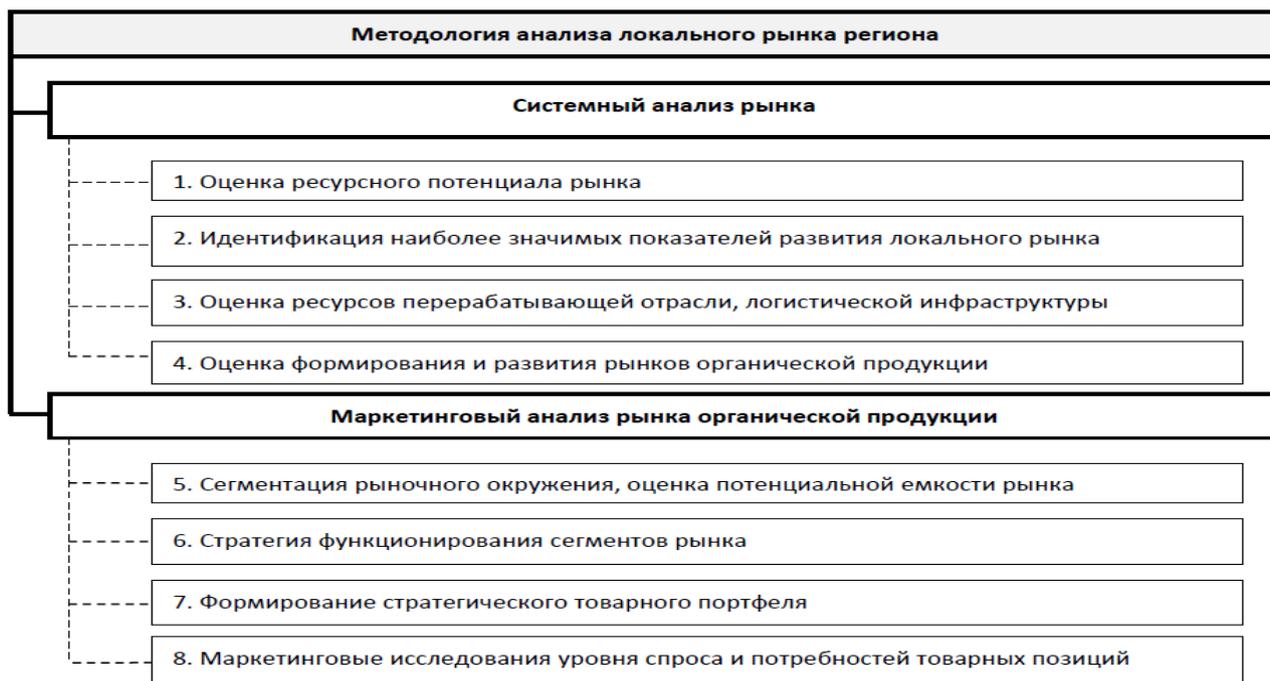


Рисунок 4. Методология анализа рынка органической продукции  
Figure 4. The Methodology of analysis market of organic product

Данный концептуально-методический подход позволил определить критериальные признаки мэппинг-сегментации локальных рынков (таблица 1) по природно-экономическим зонам Алтайского края. Это определило 2 лидирующие зоны по уровню производства сырьевой продукции и наличию перерабатывающих мощностей сельскохозяйственного сырья (Кулундинская зона, Бийско-Чумышская зоны). По величине потенциального спроса на продукцию по демографическому признаку можно добавить Приалейскую зону. Оценивая структуру перерабатывающих предприятий, следует отметить дифференциацию в части преобладания перерабатывающих предприятий зерноперерабатывающей и молочной отрасли в сегменте крупного и среднего бизнеса; для предприятий мясной отрасли характерно преобладание малого бизнеса в части цехов по производству мясных полуфабрикатов и колбасных изделий (таблица 2). В то же время в птицеводческой отрасли наблюдается преобладание на рынке крупных предприятий.

*Таблица 1. Критериальные признаки мэппинг-сегментации локальных рынков [4,5]*  
*Table 1. The criterium sign mapping-segmentation local market [4,5]*

Наименование	Объем производства сельскохозяйственного сырья, %	Количество пищевых и перерабатывающих предприятий, %	Численность населения, %
Приалейская зона	10,01%	11,95%	13,60%
Кулундинская зона	26,55%	17,03%	14,94%
Бийско-Чумышская зона	15,75%	51,81%	49,54%
Присалаирская зона	2,56%	5,94%	7,94%
Приобская зона	36,18%	10,9%	7,04%

Наименование	Объем производства сельскохозяйственного сырья, %	Количество пищевых и перерабатывающих предприятий, %	Численность населения, %
Алтайская зона	3,02%	0,7%	2,28%
Приалтайская зона	5,92%	1,67%	4,65%

Лидером по концентрации перерабатывающих мощностей остается Бийско-Чумышская зона.

Концептуальный подход позволил определить на примере рынка сырьевого молока региона сегменты как локальные товарно-сырьевые рынки для производства цельномолочной продукции (ЦМП), масла сливочного животного происхождения и сыров различных фракций (рисунок 5).

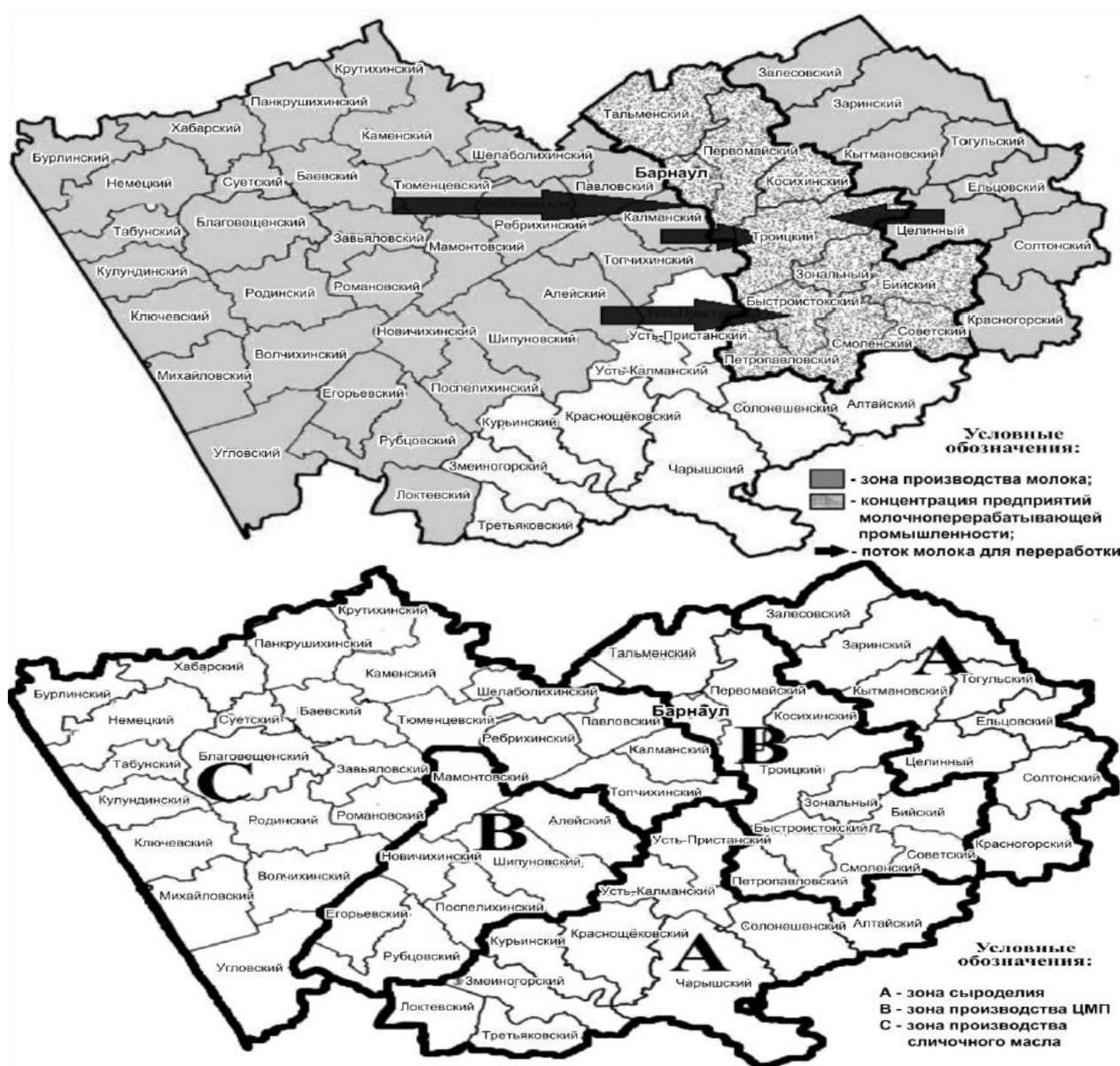


Рисунок 5. Производственная локализации рынка молочной продукции с сегментами органического производства региона [5,6]

Figure 5. The produces localization of milk-market with segments organics produce of region [5,6]

Предгорная зона А является оптимальной по природным ресурсам для производства сыров твердой и полутвердой фракции с благоприятной зоной сбыта как в виде рекреационно-туристической зоны (курорт Белокуриха и другие туристические объекты), так и экспортом продукции сыроделия в Китай и Монголию ввиду географической близости рынков потенциального сбыта. Зона А рассматривается потенциальными потребителями как зона органического сельского хозяйства. Зоны В и С ориентированы на внутренние региональные и межрегиональные потребности с возможностью экспорта в страны Ближнего зарубежья.

**Таблица 3. Перспективы развития органического сельского хозяйства России [2,7]**  
**Table 3. The perspective of development organic agriculture Russian [2,7]**

Показатель	В настоящий момент	Возможности в будущем
Объём производства органических продуктов в России	0,02% от мирового в объёмах 2017 г. (25-30 млн. евро)	10-15% от мирового в объёмах 2025 г. (20-25 млрд. евро)
Объём органического рынка России	0,17% от мирового в объёмах 2017 г. (183 млн. евро)	5-10 млрд. евро
Экспорт органической продукции	Порядка 10-15 млн. евро	10-15 млрд. евро
Количество людей, потребляющих органическую продукцию в РФ	порядка 1%	до 10% (к 2025-30 г.) до 15-20% в дальнейшем
Количество сертифицированных земель	0,4% от мирового объёма (289,89 тыс. га)	около 30% от мирового объёма (более 13 млн. га)
Количество сертифицированных компаний	0,005% от сертифицированных в мире (100 компаний)	более 2% от сертифицированных в мире (15-20 тыс. компаний)

Вместе с тем, в России есть еще ряд нерешенных проблем. Так, развитие рынка органической продукции предполагает прохождение сертификации как обязательное условие реализации продукции. Это потребует определенных материальных затрат, временного периода прохождения сертификации и ряда других вопросов. Кроме того, к основным направлениям развития рынка органической продукции следует отнести:

- развитие рынка средств производства, внедрение инновационных и информационных систем управления;
- дальнейшее наращивание использования био-технологий в производственном цикле органической продукции;
- сертификацию производителей органики;
- разработку и создание условий для применения [8] различных видов и форм поддержки товаропроизводителей органической продукции со стороны Правительства РФ;
- создание системы обучения повышения квалификации для производителей органической продукции;

— применение кластерных технологий как элемента системы органического сельского хозяйства на региональном уровне.

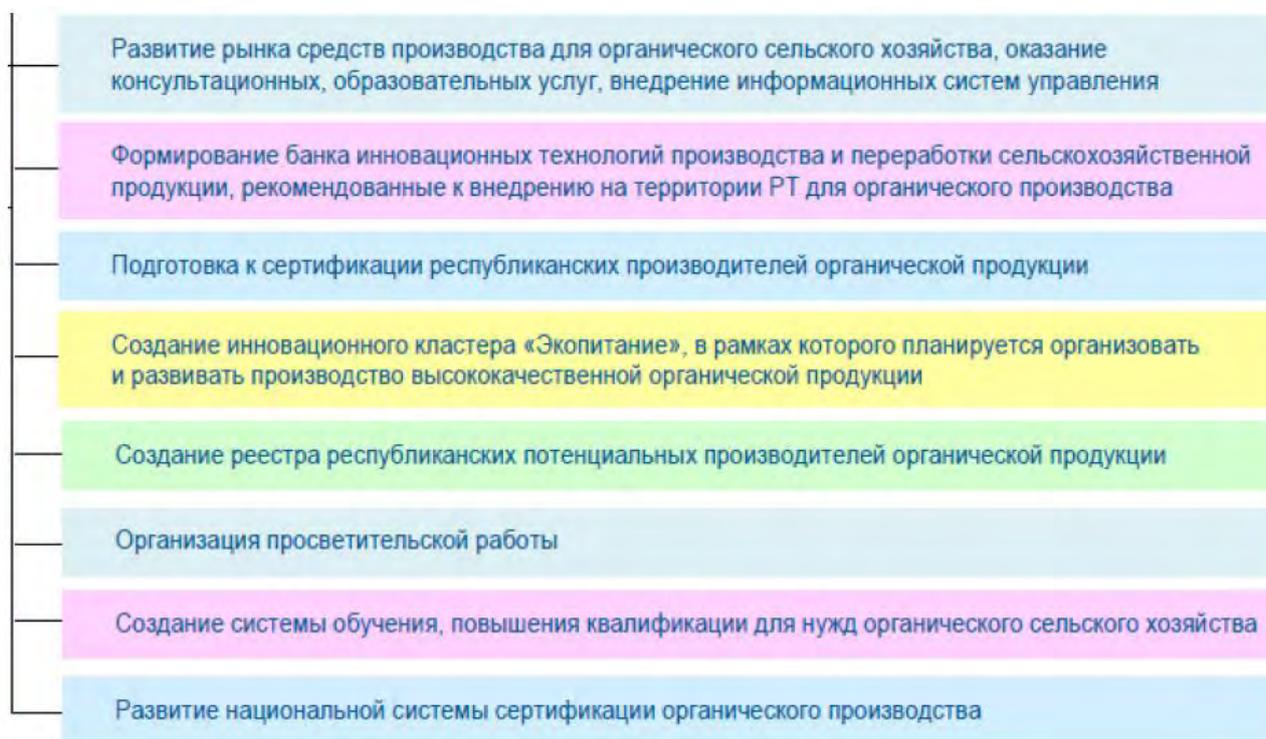


Рисунок 7. Основные направления развития органической продукции в условиях территориально-производственной локализации [9]

Figure 7. The basis vectors of development organic production in the conditions territory localization [9]

Таким образом, предложенный концептуально-методический подход к развитию отраслевых рынков органической продукции в условиях территориальной локализации позволит ускорить развитие производства органической продукции в России.

### Список литературы

1. Рамазанов О.М., Абакарова Г.М. Органическое сельское хозяйство // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Проблемы и перспективы развития органического сельского хозяйства» (г.Махачкала, 3 ноябрь 2020 г.). Махачкала. 351с. с.299-307.
2. The world of organic agriculture 2020 [Electronic resource]. Access mode // URL: <https://www.ifoam.bio>
3. Research Institute of Organic Agriculture FiBL [Electronic resource]. Access mode // URL: <https://statistics.fibl.org/>
4. Рожкова Д.В. Локализация отраслевых рынков Алтайского края // Бюллетень науки и практики. 2016. №11(12). С.181-188.
5. Ковалев А.А. К теории вопроса развития локальных рынков молочного подкомплекса АПК // Аграрная наука — сельскому хозяйству: сб. статей XII Международной научно-практической конференции (6-7 февраля 2017г.). Барнаул: РИО АГАУ. 2017. С.218-220.

6. Ковалев А.А. Развитие организационно-экономического механизма локального рынка молочно-продуктового подкомплекса / Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. №3(149). С.183-188.
7. Официальный сайт управления Алтайского края по пищевой, перерабатывающей, фармацевтической промышленности и биотехнологиям // URL: <http://www.ffprom22.ru/about/disposition/>
8. Ковалева И.В., Ковалев А.А. Развитие интеграционных процессов в молочном скотоводстве // Успехи современной науки. 2016. №11. Том 3. С.48-50.
9. Мироненко О.В. Органический рынок России: состояние и перспективы // Переработка молока. 2017. №7. С.52-53.

Для цитирования: Кундиус В.А. Составляющие концепции развития органического сельского хозяйства на основе биоинтенсивных технологий // [Электронный ресурс]

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/1\\_7.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/1_7.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.007

УДК 338.43 ; 631.147(571.150)

## СОСТАВЛЯЮЩИЕ КОНЦЕПЦИИ РАЗВИТИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА НА ОСНОВЕ БИОИНТЕНСИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ\*

*В.А. Кундиус<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», г. Барнаул, Россия  
E-mail: kundiusv@mail.ru

### 1. Введение

Современное развитие сельского хозяйства и агропромышленного комплекса рассматривается и изучается нами на основе системного подхода с позиций социо-эколого-экономических процессов, которые обусловлены проблемами здоровья населения, экологической безопасностью, социальными проблемами экономического роста в аграрном секторе и на сельских территориях. Как показывают исследования, в различных странах на смену интенсивному агробизнесу приходит органическое сельское хозяйство, которое становится современным и стратегическим трендом аграрной отрасли и агробизнеса не только зарубежных стран, но и российской экономики. International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) определяет органическое сельское хозяйство как «...производственную систему, которая поддерживает здоровье почв, экосистем и людей; опирается на экологические процессы, биоразнообразие и циклы, адаптированные к местным условиям, уход от использования ресурсов с неблагоприятными последствиями. Органическое земледелие сочетает традиции, инновации и науку в интересах общей окружающей среды и поощрения справедливых отношений и повышение качества жизни для всех участников» [1,2]. Принципы органического сельского хозяйства представлены на рисунке 1.

---

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Министерства культуры, образования, науки и спорта Монголии в рамках научного проекта №19-510-44011 Монг\_т «Развитие концепции органического сельского хозяйства на основе прогрессивных методов и технологий».



Рисунок 1. Принципы органического сельского хозяйства  
Figure 1. Principles of organic agriculture

Рост объемов производства сельскохозяйственной продукции (таблица 1) основан на интенсивных технологиях, активном использовании минеральных удобрений, химических средств защиты растений, ГМО-семян, гормонов роста, антибиотиков, механизации и автоматизации производственных процессов. Это позволило в большей мере обеспечить потребности населения в углеводах и протеинах, микроэлементах, но и привело к увеличению потребления углеводородного сырья, нанесению вреда окружающей среде.

**Таблица 1. Производство валовой продукции сельского хозяйства в хозяйствах разных категорий, РФ 1991-2019 гг., млрд. руб.\***  
**Table 1. Production of gross agricultural output in farms of different categories, Russian Federation 1991-2019, billion rubles\***

Категории хозяйств	1991	1995	2000	2005	2010	2017	2018	2019	2019 к 2018, %	2019 к 2000, %
Хозяйства всех категорий	0,260	203,9	742,4	1381	2588	5107	5349	5908	110,5	795,9
%	100	100	100	100	100	100	100	100		100
Сельскохозяйственные организации	0,179	102,3	335,6	615,6	1102	2818	3022	3439	113,8	1025
%	68,8	50,2	45,2	44,6	44,4	52,7	56,5	58,2		13,0
Хозяйства населения	0,081	97,6	383,2	681,0	1183	1655	1657	1666	100,5	435
%	31,1	47,9	51,6	49,3	48,3	34,6	30,9	28,2		54,7
Крестьянские (фермерские) хозяйства	—	4,0	23,6	84,3	176,8	635,6	670,0	803,7	120,0	3405
%	0	1,96	3,18	6,10	7,24	12,7	12,5	13,6		

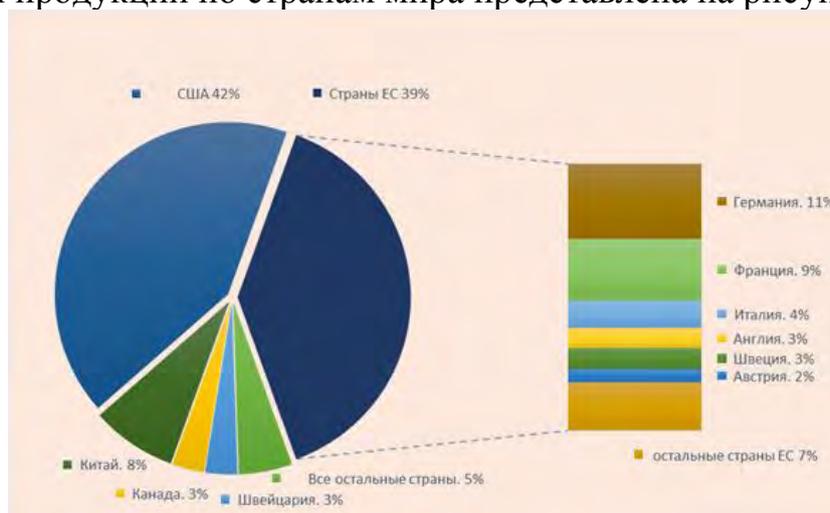
\* Составлено автором по данным Федеральной службы государственной статистики. Официальный сайт. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gks.ru/>

\* Compiled by the author based on data from the Federal State Statistics Service. Official site. URL — Access mode: <http://www.gks.ru/>

Интенсификация сельского хозяйства позволила значительно увеличить объемы производства сельскохозяйственной продукции и продовольствия, снизить их себестоимость и сделать более доступными для широких слоев населения. Однако при этом наблюдается рост заболеваний и проблем со здоровьем потребителей этой продукции. Следствием интенсивного сельского хозяйства на основе химизации стали глобальные экологические проблемы. Такие последствия неизбежно привели к необходимости изменения теорий экономического роста, которые стали рассматривать проблемы роста неотделимо от понятий «ответственное потребление», основанное прежде всего на рациональном питании, потреблении экологически чистой продукции и здоровом образе жизни. В этой связи особое значение приобретает производство органической сельскохозяйственной продукции и продовольствия. В настоящее время во всём мире органическое земледелие занимает до 10% от традиционного сельского хозяйства.

Рынок органической сельскохозяйственной продукции уже превышает 100 млрд. евро, ежегодный прирост его составляет 10-15% [1,3], по прогнозам ВНИИЭСХ РАН, к 2025 г. может превысить 300 млрд. долл. [3].

В производстве «органической» продукции сельского хозяйства наибольший удельный вес занимают страны Альпийской и Северной Европы, Бенилюкса и Балтии. В Италии доля площадей под органическими зернобобовыми культурами в общей их уборочной площади достигла 44,1%. Во Франции органические зернобобовые культуры составляют 26,6%, в Германии доля органической сои — 23,3%, органического подсолнечника — 13,8% от общих объемов их производства. В Канаде производство органических овощей составляет 17,2% от общего объема их производства [4]. Структура продаж органической продукции по странам мира представлена на рисунке 2 [4].



Рисунке 2. Структура продаж сельскохозяйственной органической продукции в странах мира в 2018 г. (%)

Figure. 2. Structure of sales of agricultural organic products in the countries of the world in 2018 (%)

Исследования показывают, что органическое сельское хозяйство становится стратегическим мировым трендом в развитии агроэкономики и перерабатывающей промышленности. Однако в странах Европы, как и северной Америки, ресурсный потенциал для ведения органического сельского хозяйства практически исчерпан: все меньше остается чистых земель, воды, пригодных для органического сельского хозяйства. Вместе с тем, экономисты предсказывают бум органического земледелия в ближайшие 10 лет в странах с соответствующим ресурсным потенциалом, имея в виду, прежде всего, Россию. Согласно прогнозам, уже к 2024 году объем рынка экологически чистой органической продукции достигнет 323 млрд долл. [2]. Это связано с тем, что органическое сельскохозяйственное производство решает задачи, которые не способно решить классическое сельскохозяйственное производство, прежде всего, — социальные: улучшение здоровья граждан, так как в производстве органической продукции в сельском хозяйстве не должны использоваться антибиотики, ГМО, гормоны роста, химические минеральные удобрения, пестициды, гербициды и другие агрессивные средства защиты растений, химические пищевые добавки в животноводстве. Решение экологических задач в органическом сельском хозяйстве приводит, с одной стороны, к оздоровлению почв, а с другой, соответственно, к увеличению посевных площадей в органическом производстве.

По оценкам экспертов Минсельхоза РФ, в странах мира Россия позиционируется не только как традиционный производитель сельскохозяйственной продукции и продовольствия, но и как потенциальный производитель и экспортер органических (экологически чистых) продуктов питания, а также сырья для производства биотоплива (рапса, рапсового масла). При этом земельные ресурсы России выступают объектом повышенного внимания со стороны мировой общественности и транснациональных корпораций. Относительно умеренная интенсификация сельскохозяйственного производства в предыдущие годы, ограниченное использование минеральных удобрений и химических средств защиты растений, запрет на ГМО — способствуют более быстрому переходу к органическому сельскому хозяйству. В настоящее время площадь неиспользуемых, но пригодных для органического земледелия пахотных земель, по разным оценкам, в России составляет 10-12 млн га. Количество используемых в нашей стране пестицидов и удобрений, по подсчетам ФАОСТАТ, в среднем в 16 и в 8 раз соответственно меньше, чем в ЕС [4,5]. Кроме того, в России на законодательном уровне действует запрет на производство ГМО. В России, несмотря на уникальный ресурсный потенциал и возможности, много нерешенных проблем и вопросов для развития органического сельского хозяйства [2,5,6,7]. Российский рынок становится похож на европейский по структуре производства. Например, в Европе по большей части производят фрукты, овощи, крупы и зерновые, в России такая же ситуация (рисунок 3).

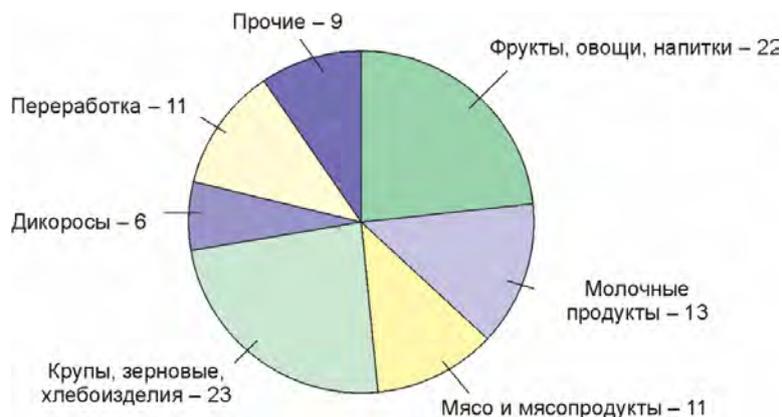


Рисунок 3. Производство органической продукции по видам в РФ, % [4].  
Figure 3. Production of organic products by type in the Russian Federation, % [4].

Производство органической продукции в России ориентируется, прежде всего, на внутренний рынок. Но эти возможности практически не реализованы, поскольку много нерешенных проблем, в том числе с сертификацией продукции. По данным NeoAnalytics, емкость российского рынка экологической продукции оценивается в 300 млрд руб. Пока рынок заполнен лишь на 2% и имеет большой потенциал для роста, поскольку, по оценкам экспертов, рост потребления органической (экологической) продукции более чем в 2 раза превышает темпы роста продовольственного рынка в целом, потребление далеко от насыщения и будет расти по мере роста доходов населения и снижения себестоимости органической продукции [4].

Проведенные нами исследования в районах Алтайского края и г. Барнауле в 2020 г. на основе анкетирования позволяют сделать выводы о перспективности органического производства продукции и росте его потребления. Из 200 респондентов — 80,8% потенциальных потребителей органической продукции считают, что питание сертифицированными органическими продуктами, несомненно, положительно влияет на здоровье их и их близких; 68,5% опрошенных готовы покупать экологически чистые продукты даже по повышенным ценам. Из 100 опрошенных производителей органической продукции 89,2% отмечают рост спроса на экологически чистую, органическую продукцию; 91,6% готовы производить и предложить своим покупателям органическую продукцию.

По различным оценкам, внутренний рынок органической продукции («здоровой еды») в России оценивается примерно в 900 млрд рублей. Масштаб новой экономики предполагает минимум 15 тысяч сертифицированных сельхозпроизводителей, 3-5 тысяч сертифицированных предприятий переработки, торговли и т.п. Для России, как следствие, это создание новых рабочих мест с высоким уровнем дохода в сельской местности, приток капитала в сельские населенные пункты, развитие сельских территорий, малого и среднего бизнеса в сегментах переработки, логистики, торговли. Развитию органического сельского хозяйства в России способствует укрепление

фермерского сектора экономики. Как следует из данных таблицы 1, наибольшие темпы роста объемов производства сельскохозяйственной продукции наблюдаются в крестьянских фермерских хозяйствах: в 2019 г. по сравнению с 2000-м годом объем производства увеличился в 34 раза в крестьянских фермерских хозяйствах, в то время, как в хозяйствах всех категорий — в 8 раз. Крестьянские фермерские хозяйства чаще не применяют интенсивные технологии. Фермерская продукция, по сути, является органической, требуется лишь организация сертификации этой продукции с соответствующей государственной поддержкой и работа консультационных служб для развития органического производства в сельском хозяйстве.

В России постепенно создаются базовые условия для развития органического сельского хозяйства. Прежде всего, формируется нормативно-правовое поле: принят Федеральный закон №280 «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ» (от 3 августа 2018 года) [8]; ГОСТ 33980-2016 «Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации»; ГОСТ Р 57022-2016 «Продукция органического производства. Порядок проведения добровольной сертификации органического производства»; ГОСТ Р 56508-2015 «Продукция органического производства. Правила производства, хранения, транспортирования»; ГОСТ Р 56104-2014 «Продукты пищевые органические. Термины и определения»; Локальная отраслевая программа «Органическое сельское хозяйство» в рамках приоритетного проекта «Экспорт продукции АПК».

В «Дорожной карте по развитию органического сельского хозяйства в России», разработанной Союзом органического земледелия совместно с Министерством сельского хозяйства РФ [9], определены основные мероприятия по поддержке органического сельского хозяйства в рамках государственной программы на 2019-2020 гг., включая компенсацию части затрат на аккредитацию органов по сертификации и саму сертификацию производства органической продукции. Намечены и проводятся мероприятия по кадровому обеспечению производства органической продукции, созданию системы образования, подготовки и переподготовки кадров, научно-технологическому обеспечению производства органической продукции. Создан единый центр компетенций, система научно-технологического обеспечения производства органической продукции — НИР, агротехнологии, типовые бизнес-планы и агротехнологические карты. Намечены мероприятия по содействию сбыту органической продукции, Принята программа по продвижению продукции органического сельского хозяйства на международные рынки. На порталах региональных органов АПК созданы разделы «Органическое сельское хозяйство» для размещения базовой информации [8].

При этом отработка системы мероприятий по развитию органического сельского хозяйства не может происходить спонтанно повсеместно, либо в

одном отдельно взятом предприятии, либо на всей территории страны или региона одновременно. В этой связи нами предложен кластерный подход [5,7], основанный на теории системности, кооперации, интеграции, инновационного развития органического сельского хозяйства. Идея кластерных технологий заключается в сочетании достижения конкурентоспособности участников кластерных формирований, кооперации и интеграции на географически ограниченной специализированной территории. В масштабах кластера могут обрабатываться биоинтенсивные технологии, экосистемное управление, возможности информационного обеспечения, сертификации продукции, оказания консультационных услуг, организации рынка и другие аспекты развития органического сельского хозяйства. Также могут быть определены расчетные объемы государственной поддержки развития органического сельского хозяйства.

Среди регионов Российской Федерации Алтайский край — один из немногих обладает соответствующим ресурсным потенциалом для развития органического сельского хозяйства.

Ближайшие цели научных исследований в этом направлении — доработка Дорожной карты по развитию органического сельского хозяйства в России с учетом специфики регионов.

Перспективные цели — возможность трансформации (масштабирования) данного документа до уровня концепции (стратегии, программы) развития органического сельского хозяйства с учетом того, что во всём мире органическое земледелие занимает до 10% от традиционного сельского хозяйства.

Нами предложены и обоснованы следующие разделы концепции развития органического сельского хозяйства на основе биоинтенсивных технологий:

1. Популяризация органического сельского хозяйства.
2. Система стимулирования и продвижения реализации продукции органического сельского хозяйства.
3. Наука и образование.
4. Стандартизация, сертификация, госконтроль.
5. Развитие сельских территорий для обеспечения «Зеленой экономики» и органического сельского хозяйства
6. Концепция организации аграрных рынков и зон размещения производства органической сельскохозяйственной продукции.
7. Экосистемное управление.
8. Ресурсы разработки программы.

### **Список литературы**

1. Как поддержать органическое сельское хозяйство в России? [Электронный ресурс] Режим доступа : <https://www.dairynews.ru/news/kak-podderzhat-organicheskoe-selskoe-khozyaystvo-v.html> (дата обращения 19.11.2020).
2. Ежегодный консолидированный отчет IFOAM-2017. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://ifoam.bio>

3. Организация органического сельскохозяйственного производства в России: информ. изд. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. 124 с.
4. Органическое сельское хозяйство: инновационные технологии, опыт, перспективы: науч. аналит. обзор. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 92 с.
5. Кундиус В.А., Воронкова О.Ю., Стрельцова Т.В., Перова Т.Н. Перспективы экологического сельского хозяйства на Алтае. Экономика сельского хозяйства России, №1'2018. С.26-32.
6. Калянина Л. Агропром будущего: функциональная еда, биопродукты и интернет вещей [Электронный ресурс] // «Эксперт» №44 (1140), 2019 URL: <https://expert.ru/expert/2019/44/agroprom-buduschego-funktsionalnaya-eda-bioproduktyi-i-internet-veschej/>
7. Кундиус В.А. Перспективы производства экологически чистой продукции на трансграничных территориях Большого Алтая / В.А. Кундиус, О.Ю. Воронкова, А.В. Глотко, А.А. Гартман, Д.Г. Галкин, П.А. Каширских, А.В. Иванов, И.А. Свистула, Б. Демид, Б.Амартүвшин, и др. // Монография. Барнаул: АЗБУКА, 2016. 207 с.
8. Федеральный закон №280-ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 3 августа 2018 года. [Электронный ресурс] Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_304017/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_304017/) (дата обращения 18.09.2019).
9. Дорожная карта по развитию органического сельского хозяйства в России. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://soz.bio/soz-predstavil-dorozhnyuyu-kartu-po-razvitiyu-osh-vrossii/> (дата обращения 20.01.2021).
10. Горшков В.В., Кундиус В.А., Стрельцова Т.В. Обоснование концепции развития органического животноводства на основе биоинтенсивных технологий в Алтайском крае // [Электронный ресурс] URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2019/2/articles/2\\_1.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2019/2/articles/2_1.pdf) DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2019.02.004 <https://www.google.ru/> 2F33502-organika-rossiyskogo-li-polya-yagoda-obem-vnutrennego-rynka-ekoproduktsii-otsenivaetsya (дата обращения 11.06.2020).

Для цитирования: Суразакова С.П. Экологические последствия стратегического планирования // [Электронный ресурс]

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/1\\_8.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/1_8.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.008

УДК 332.02

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

*С.П. Суразакова<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Институт водных и экологических проблем, Сибирского отделения Российской академии наук, Россия

### 1. Введение

Сегодня необходимость применения методов стратегического планирования при управлении региональным развитием не вызывает сомнений, однако их результативность зависит от множества факторов. Большинство российских регионов разрабатывают перспективные программы социально-экономического развития, а на государственном уровне утверждена Концепция долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2020 г. [1,2,3].

Однако, несмотря на существующую практику стратегического планирования социально-экономического развития на государственном и региональных уровнях, выявилось множество проблем организационного и теоретико-методологического характера.

### Обсуждения

Российские ученые активно прорабатывают теоретико-методологические основы стратегического планирования социально-экономического развития регионов. Результаты исследований показывают, что создание эффективной системы стратегического планирования может быть более значимым фактором социально-экономического развития региона, чем наличие природных ресурсов [4].

Однако, наш взгляд, следует обратить внимание на недостаточно разработанную методологию стратегического планирования [5]. В частности, обращает на себя внимание различие в подходах к территориальному планированию: чаще всего используется отраслевой подход, создание точек роста, несколько реже кластерный, довольно редко предлагается воспроизводственный. Согласно теории регионального воспроизводства, регион представляет собой целостную саморазвивающуюся социально-экономическую систему, сохраняющую и воспроизводящую стратегические ресурсы в конкретной природной среде на определенной территории. Воспроизводственный подход обеспечивает сбалансированность между

различными элементами региональной экономики и отличается комплексностью и привязкой к территориальной воспроизводственной базе, которая является основой экономики региона. Кроме того, известно, что воспроизводственный подход хорошо сочетается с методами индикативного планирования, наиболее подходящими для планирования в рыночных условиях.

Поскольку законы общественного воспроизводства отражают внутренние взаимосвязи и взаимозависимости региона как экономической системы, то воспроизводственный подход имеет несомненное методологическое значение в изучении проявления закономерностей регионального развития и управлении последним.

Воспроизводственный подход в стратегическом планировании позволяет рассматривать все четыре основных макроцикла регионального воспроизводства — экономический, инфраструктурный, природно-экологический и социальный. Недостаточное внимание или игнорирование какого-либо макроцикла воспроизводственного цикла могут привести и приводят к различного рода рискам. Экологические требования в настоящее время выступают в виде ограничений при обосновании стратегических решений. Так, например, одним из таких ограничителей является экологическая емкость территории [6].

Экологическая емкость территории определяется способностью природной среды вмещать антропогенные нагрузки, вредные химические и иные воздействия без утраты своих биосферных свойств и способности к самовосстановлению. Территория представляется единством двух своих составляющих, одной из которых является природная среда, представленная природными ресурсами (используемыми и потенциальным — земельными, водными и т.п.) и условиями (рельефом, климатом, ландшафтами), и социально-экономической системой, представленной населением и системой его расселения, культурно-бытовыми и производственными объектами. Функционирование территориальной системы предполагает постоянное взаимодействие между перечисленными подсистемами в виде пространственно-временного обмена веществом, энергией, информацией, — и этот процесс не должен превышать величину экологической емкости территории и нуждается в какой-то количественной определенности.

Если энергетические потоки, измеряемые изъятыми природными ресурсами, и энергетические потоки социально-экономической системы равны или близки к единице, то территориальная система находится в состоянии равновесия, она устойчива. Если рассматриваемое соотношение больше единицы, то эколого-социально-экономическая система данной территории находится в неустойчивом состоянии. В случае, когда соотношение между энергетическими потоками природной среды и социально-экономической системы менее единицы, а показатели благополучия населения не ухудшаются, — возможности развития хозяйственной деятельности на изучаемой

территории еще не исчерпаны. Именно такая ситуация, за исключением отдельных локусов неблагополучия, характерна для регионов Алтая.

В стратегических документах развития большинства российских регионов закладываются параметры активного экономического развития, ориентированного преимущественно на освоение природных ресурсов, главным образом, минерально-сырьевых или рекреационных. При этом не всегда учитывается, во-первых, природоёмкость такого развития, во-вторых, долгосрочные негативные последствия, экстерналии<sup>1</sup> для будущих поколений, и в-третьих, угрозы преодоления пределов, за которыми могут произойти необратимые изменения в природной среде.

Возможные негативные последствия реализации стратегических решений называются экологическими рисками. Если же негативные последствия становятся реальностью, то речь идет уже об экологических конфликтах.

К сожалению, современное стратегическое планирование не предусматривает необходимость оценки экологических рисков, связанных с ухудшением состояния окружающей природной среды, здоровья населения и т.п. И соответственно, не разрабатываются и не предполагаются мероприятия и действия по снижению экологических рисков [7].

Основными причинами возникновения экологических рисков служат:

— планируемое размещение производственных объектов, инфраструктурных сооружений, экологически несовместимых с окружающей природной средой;

— антропогенное преобразование природных ландшафтов.

Республика Алтай характеризуется большим природным разнообразием, сложным по своей компонентной и территориальной структуре природно-ресурсным потенциалом и специфическими условиями его эксплуатации. Хозяйственная деятельность в этой горной республике природо-ориентирована. Поэтому любая хозяйственная деятельность здесь априори содержит экологические риски. Разработанные и реализованные ранее и в настоящем времени стратегии и программы социально-экономического развития привели к экологическим конфликтам вследствие того, что не были учтены экологические риски. Выявленные экологические конфликты в регионе сгруппированы в таблице 1.

---

<sup>1</sup> внешние эффекты или некомпенсируемые воздействия — положительные или отрицательные — одной стороны на другую

*Таблица 1. Группировка конфликтов между природной уязвимостью ландшафтов и антропогенным воздействием на них в регионе*  
*Table 1. Grouping of conflicts between the natural vulnerability of landscapes and anthropogenic impact on them in the region*

Вид природо-пользования	Характеристика конфликта			
	Объект конфликта	Проявление	Длительность развития	Интенсивность
Сельско-хозяйственное	Растительный и почвенный покров, водотоки	Распашка, вырубка, загрязнение минеральными и органическими удобрениями, пожары, уничтожение редких видов	Длительный, сезонный	Умеренная
Селитебное, транспорт	Природный комплекс в целом	Вырубка, распашка, изменение рельефа, захоронение почв, загрязнение всех сред, уничтожение редких видов, пожары	Непрерывный, кругло-годовой	Сильная
Добыча полезных ископаемых	Природный комплекс в целом	Вырубка, изменение рельефа, захоронение почв, загрязнение всех сред, уничтожение редких видов, пожары	Временный	Сильная
Рекреация, охота и рыболовство	Растительность, животный мир, почвы	Уничтожение редких видов, сокращение численности и ареалов дикоросов и охотничье-промысловых видов животных, пожары, образование мусорных свалок	Непрерывный, сезонный	Умеренная

В результате выявлены следующие типы конфликтов:

- между экологическим потенциалом ландшафтов и антропогенным воздействием на них;
- между различными видами и целями природопользования;
- конфликты с местным населением.

Такие виды природопользования, как рекреация, лесное хозяйство, сельское хозяйство — начинают серьезно конкурировать друг с другом за использование одних и тех же ландшафтов Северного, Северо-Восточного и Центрального Алтая. В последнее время активно осваиваются ландшафты среднегорных и высокогорных комплексов [8].

Во всех районах осуществляется хозяйственная деятельность, в результате которой часто возникают конфликтные ситуации между природопользователями и окружающей средой, а также между самими природопользователями. Каждая конфликтная ситуация имеет индивидуальный набор воздействий со стороны того или иного природопользователя [9].

## Выводы

Конфликты природопользования отмечаются повсеместно на наиболее освоенных территориях республики. Наиболее ярко они проявляются в местах сосредоточения преобладающих видов природопользования в регионе, занимающих значительные площади земель, — сельское хозяйство, лесопользование, охрана природы и др.

Включение необходимости оценки экологических рисков в принципы стратегического планирования можно рассматривать в качестве одного из путей решения данной проблемы.

## Список литературы

1. Концепция социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г. (утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 17.11.2008 г. №1662-р) // <http://static.government.ru/media/files/aaooFKSheDLiM99HEcyrygytfnGzrnAX.pdf>
2. Стратегия развития Республики Алтай до 2010 года. Горно-Алтайск: ГАГУ, 2004. 240 с.
3. Стратегия социально-экономического развития Республики Алтай на период до 2028 года. Горно-Алтайск, 2007.
4. Рохчин В.Е., Егоров И.И., Знаменская К.Н. Система стратегического планирования социально-экономического развития регионов России: теоретико-методологический аспект. СПб.: ИРЭ РАН, 2005, с.6.
5. Суразакова С.П. The problems of strategic planning of nature-management systems' social and economic development // 7th International Conference on Science and Technology. 2016. №3. pp.214-218.
6. Красноярова Б.А., Суразакова С.П. Экологическая емкость территории как фактор экономического роста // 4th the International Conference on Social Science and Humanity (23-29 September 2015), London, P.132-138.
7. О стратегическом планировании в Российской Федерации. Федеральный закон ФЗ №. От 28 июля 2014 г. №172-ФЗ (с изменениями и дополнениями от 31.07.2020 г.) // <http://ivo.garant.ru/#/document/70684666/paragraph/1:0>
8. Лысенкова З. Геоэкологический подход к изучению региональной системы природопользования (на примере Алтая) / География и природные ресурсы, №2. Апрель-июнь 2007. С. 81-86.
9. Шуваев Н.С., Бармин А.Н., Колчин Е.А., Бармина Е.А., Колчина Л.В. Конфликты в природопользовании Астраханской области как источник угрозы и риска нарушения устойчивого развития региона / Географический вестник №4 (23). 2012. С.21-29.

## II. НОВЫЕ BIOTEХНОЛОГИИ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И МЕДИЦИНЫ

*For citation:* Amit Chanjta, Pankaj Gupta. Floristic Diversity and Traditional Healthcare Systems in Himachal Himalay, Altaian, Mongolian and Siberian Regions: Exploring the Generic Foundations //

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/2\\_1.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/2_1.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.009

UDK 001.38+001.892+001.92

### FLORISTIC DIVERSITY AND TRADITIONAL HEALTHCARE SYSTEMS IN HIMACHAL HIMALAY, ALTAIAN, MONGOLIAN AND SIBERIAN REGIONS: EXPLORING THE GENERIC FOUNDATIONS

*Amit Chanjta, Pankaj Gupta*<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Interdisciplinary Studies, Institute of Integrated Himalayan Studies,  
Himachal Pradesh University, Summer Hill, Shimla

#### **Introduction**

For centuries, communities around the world have been practicing traditional herbal medicine for curing diseases for the reason that these are culturally suitable, more effective, and have fewer side effects [1]. The use of herbs for healing ailments corresponds with the evolution of human civilization and forms the basis of modern medicine [2]. However, with the development of modern medicine, people have realized the side effects of synthetic products, which has made them look back to the herbal remedial measures. Even many modern medicinal formulations derive the bioactive compounds from the plants and a few are directly used in drug preparation [3]. India has a well-established system of medicine known as *Ayurved*, which made use of plants, animals, and minerals for healing ailments. Himachal in the Indian Himalayan region, Altai mountains, parts of Mongolia, and Siberia owing to similar topographic and climatic conditions and bountiful natural resources have acted as biodiversity hotspots that have nurtured its countless civilizations. Like Himachal Himalay, the majestic beauty of Altai mountains, Mongolia, and Siberia is outstanding. The mountain slopes with pine and birch forests through pristine valleys and a few arid patches represent the entire region. These regions have sprawling nature and have a repository of medicinal herbs, folk healers, herbalists, and gatherers. However, with the passage of time, the developmental activities have not only threatened biodiversity but the survival of man, which calls for sustainable utilization of bioresources. The increasing demand for herbal medicines worldwide has necessitated the rational use of medicinal plants for curative purposes keeping in view the conservation of biodiversity. In this paper, an attempt has been made to analyze and compare the common elements in the floristic diversity and traditional medicine in Himachal Himalay and Altaian, Mongolian and Siberian regions. The primary

information gathered from selected sites of Himachal Himalay is compared to the secondary information gathered from research papers and reports on Altaian, Mongolian and Siberian Mountains.

### Analyzing the Common Foundations

Herbal medicine is an important component of the codified system of medicine. The biodiversity not only constitute a major resource base for the traditional healthcare system and herbal industry but it provides livelihood and wellbeing security to a large section of population. The entire Himalayan region and Altaian, Mongolian and Siberian Mountains are floristically rich and houses a large number of useful plant species. The communities living in the inaccessible vales of Himachal, Altai, and adjacent Mongolia and Siberia have been using plants for diverse purposes, viz. medicinal, edibles, fuelwood, fodder, and religion. Some areas of Altai mountains, Mongolia and Siberia have close connections with Tibet; likewise, the border areas of Himachal also lie closer to Tibet and its reflection can be seen not only in the costumes and ornaments, lifestyle, foodways, and occupational patterns of its communities but also in their customs, beliefs, and healthcare systems, for example, the impact of the Tibetan system of medicine or *Sowa Rigpa* remained widespread in the entire region. The method of diagnosis and treatment of disease have close resemblances.

A. Traditional Healthcare System: The traditional healthcare system is based on personalistic traditions of supernatural healers and traditional herbalists. The theoretical side of the traditional medical system, the religious background, mainly the belief in the evil spirits, and healing executed according to the ritualistic performances elucidates the perpetuation of the indigenous system. The folk healers operate within a particular spiritual model, and hence there is no published or written material to confirm or support these traditions. Traditional medicine in the entire region exists in the folk community and its knowledge is mastered by indigenous people lacking formal education in the field of medical sciences. Formulations are prepared by using a number of ingredients; though the material of vegetal origin is the chief component of traditional medicine in these regions, the products of animal origin, minerals, and salts are also used in medicinal formulations. Minerals include gold, silver, copper, iron, rock salt, etc. *Shilajit*, an organo-mineral product of natural origin with a complex mineral composition is obtained from the high-altitude mountains including the Himalayan, Tibetan, and Altai mountains, but the Altai *Shilajit* from Siberia is famous around the world. It is like a blackish-brownish resin, rich in minerals that can be used directly or mixed with drinks. It is believed to develop after the decay of some plants and contains fulvic acid. It is used in various healthcare systems common in the region. The medicinal formulations are in form of tablets, concoctions, decoctions, or powder. Body parts of animals, viz., horns, flesh, blood, urine, hair, faecal matter, bones, skin, etc. are used for treating various ailments. The body parts of antelopes, sheep, pig, dog, fox, birds, deer, yak, ass, snakes, horse, cow, bear, musk deer, snow leopard, etc. are used in medicinal formulations. The earliest

recorded evidence of using herbal medicine is mentioned in Indian, Chinese, Egyptian, Greek, Roman, and Syrian texts. The pre/post-Vedic treatises of India such as *Rig Ved*, *Atharv Ved*, *Charak Samhita* and *Sushrut Samhita* describe the use of medicinal plants. Likewise, the *Shel-phreng*, the Tibetan treatise described the botanical features of many herbs, areas, and habitats where the plants grow, some of which, for example, the species of *Solanum nigrum*, *Allium schoenoprasum*, *Taraxacum officinale*, *Hippophae rhamnoides*, *Prunella vulgaris*, etc. are found in both the regions. The treatise also elaborates the methods of identifying the plants based on their taste, aroma, color, etc.

The basic concept of traditional healing, for instance, *Sowa-Rigpa* is to offer constancy to the main energies of the body. The practitioner makes use of traditional gadgets to diagnose the disease. Treatment is undertaken by regulating the diet together with herbal medicines. The healing is based on Buddhist principles and the close relationship between mind and body [4]. Gurmet (2004) gave an account of *Sowa-Rigpa*, commonly known as Tibetan or Amchi medicine practiced in Himalayan regions throughout Central Asia including Mongolia and parts of Siberia [4]. *Sowa rigpa* has more than one thousand years of history and remained as one of the main systems of healing in the region. Mongolia's first interface with Buddhism and its medical tradition occurred during the Uighur Empire in Mongolia between the 8-10th centuries. The Uighurs brought the distinct form of Buddhism from the Indian and Central Asian Buddhist kingdoms and later, the Buddhist Uighurs acted as teachers of medicine in the 13<sup>th</sup> century. Buddhism from Tibet was introduced among Mongols in two different phases during the Mongol Yuan Dynasty in the 13th-14th century and then in the 16th century. The Tibetan scholars traveled to Mongolia and taught Buddhism. The Yuan dynasty encouraged the propagation of different medical traditions in their kingdom. Later many Mongolian monks also traveled to Tibetan monastic universities. Until the 10th century, Russian healing traditions had a limited exchange of ideas between the various regions until copies of several Greek herbals found their way into Russia through the monasteries and were finally translated into Russian. Unlike the herbal medicine in other nations, the Russian herbal tradition was strong and well-established. The first pharmacy in Russia was opened in Kiev-Pechora Lavra by the monk Makoveit from Athos, which strengthened the Greek influence on Russian medicine. According to the old archives, Russian herbalists were able to cure infected wounds with '*banyamold*'. These records gave a clue of Russian popular medicine of that period. At the beginning of mid-thirteenth century, Russia was dominated by Tartars and Mongolians, who brought their herbal traditions, which were later included in the healing systems by local herbalists. From the 15th to the 16th century, the Russian empire expanded and herbalists began to gather and adjust with the Asian-Arabic and West European herbal traditions, which resulted in the evolution of the inimitable attributes and benefits of the Russian herbal system [5].

B. Traditional Herbalism: The traditional healthcare systems have developed over thousands of years in these regions and inherited many healing traditions including the shamanistic practices which have a few distinct and a few common

medical concepts, techniques, and medications, for instance, traditional Tibetan medicine has drawn few aspects of other medical systems like *Ayurved* and Chinese medicine. The herbal medicine in these regions has few similarities with regard to:

1. Use of Plants: The most frequently used parts are fruits, leaves, and stems. The preference for using wild edibles seems to be common among the diverse ethnic groups in all these regions is due to accessibility and ease of gathering the same. Many plants find multiple uses, for instance, the dried walnut fruit is consumed in raw form and kernel oil is extracted. Many plants like *Allium schoenoprasum* are used as a spice to impart a special aroma and flavor to the food. Many wild edible fruits are consumed in raw form and many are dried as, *Pinus gerardiana* or *Pinus sibirica*, and few others, for example, *Epilobium hirsutum* is cooked as a vegetable.

2. Collection of plants: Collection of medicinal plants by folk herbalists depend on several factors as [6]:

- Plant part to be used, i.e., dried or fresh;
- Part of the plant to be utilized, i.e., root, stem, leaf, flower, latex, gum, resin, fruit or seeds;
- Season, time, site, and method of collection;
- Form in which the plants are required for preparing formulation; and
- Quality and quantity required for making formulation.

Most of the plants or their parts are gathered from April to August while fruits and seeds are collected from July to October. Some of these are used in fresh form while a few are sun-dried and stored for long-term use, especially during the winters. The local herbalists in all these regions are well aware of the day, time, and season of obtaining medicinal plants. Some sacred plants with medicinal value are collected on specific days and specific time. For instance, in Indian Himalay, cutting of *Ficus religiosa* is prohibited on Sundays; similarly leaves of *Ocimum sanctum* are not plucked on Sunday and Tuesday. Old healers in Indian Himalay even narrated that special prayers are made before picking the plants. *Poa cynosuroides*, a sacred grass is collected only once a year and that too on a specific day. In this way, they recognize the spiritual and curative powers of plants. They believe that by doing so the potency of the plant increases spiritually. In a similar instance of Altai Republic there is a ritual linked with the collection of *arkaatai* (common sawwort), a totemic plant. To obtain the root of this plant, the man prepares as if for a pilgrimage, after completing all the essential rituals. The women are prohibited even to approach the plant). After finding the plant, the man prays, for seeking the consent of a higher deity, *tengri*, and then sets a small felt *ail* (an Altaian yurt) over the plant (the yurt is miniature, no more than 50 cm in height). In this way, the entire plant is sheltered from *tengri* and *kuna* (the sun), and the stem with the flowers is on the *ochog* (hearth). In the center of the micro-yurt, the opening at the top is kept closed to avoid sunlight reaching inside. The root is like a woman's body and is considered living; thus, the root is safeguarded from sunlight and the sky. The unearthed «woman-root» is wrapped and carefully brought home, where it is dried at a sacred place in the yurt, the *tör* (table across at the entrance behind the hearth), again covered and protected from the sunrays [7].

3. Preparation of medical formulations: The methods of processing involve the use of fresh and dried herbs. A few traditional methods of preparation of formulations are common in these regions, which vary from segregation and cleansing of raw material to soaking, grinding, and boiling.

4. Mode of Administration: According to the nature of disease and drug regimen, medication can be for internal or external use. In the external application the raw materials are directly applied in form of an extract, or entire plant part, or after simple processing, grinding, crushing. Another method of external use method is when the raw materials are used for inhalation, washing, smoking, or bathing. There are traditional methods of drug preparation, viz. grinding fresh or dried herbs to obtain extract/ pastes or powder respectively, boiling to get teas, infusions, decoctions, etc., which are either administered orally or applied on the affected area. Some of the similar plants that have comparable uses are listed in table 1.

**Table 1. Common Plant Species and their similar uses in Himachal Himalay, Altai, Magnolia and Siberia Region**

al Himalay	Altai/ Magnolia/ Siberia Region
Vernacular Name: <i>Atish / Mohra / Dhudi mohra</i> Species: <i>Aconitum heterophyllum</i> Wall., <i>A. deinorrhizum</i> Stapf., <i>A. violaceum</i> Jacquem. ex. Stapf. Family: Ranunculaceae Ethnobotanical Use: Smoke of dried roots used to cure body aches and toothache. The root extract is poisonous if consumed directly.	Vernacular Name: <i>Sakhalt Khors</i> Species: <i>Aconitum anthoroideum</i> D.C., <i>A. barbatum</i> Pers., <i>A. nemorum</i> M. Pop Family: Ranunculaceae Ethnobotanical Use: Roots are highly toxic for cattle. Used for treatment of joint and muscle aches [8].
Vernacular Name: <i>Malora</i> Species: <i>Rumex hastatus</i> L. Family: Polygonaceae Ethnobotanical Use: Fresh leaves used for preparing <i>bhulka</i> , an ethnic cuisine, and used as an ingredient of chutney (Sauce). Crushed leaf extract applied on wounds/ cuts, and curing irritation caused by the Nettle plant.	Vernacular Name: <i>Isgelenkhurganchikh / Daaganchikh</i> Species: <i>Rumex acetosa</i> L. Family: Polygonaceae Ethnobotanical Use: Used to cure skin-related diseases [9].
Vernacular Name: <i>Kashmol</i> Species: <i>Berberis aristata</i> DC. Family: Berberidaceae Ethnobotanical Use: Traditionally, the plant is used as natural fencing to protect crops from animals. Dried roots used to cure jaundice, burning micturition, skin-related diseases, cuts and wounds, and root extract used for dyeing clothes.	Vernacular Name: <i>SibiriToshlog / Sharmod</i> Species: <i>Berberis sibirica</i> Pall. Family: Berberidaceae Ethnobotanical Use: Roots used as a poison antidote, for treating diseases of lymph, eye, bile disorders, and diarrhea [8].
Vernacular Name: <i>Pakhanbed</i> Species: <i>Bergenia stracheyi</i> (Hook f.&Thoms) Engl. Family: Saxifragaceae Ethnobotanical Use: Rhizome juice used to cure fever. Rhizome paste mixed with honey is applied on inflammation and wounds.	Vernacular Name: <i>Zuzaannavchit (Badgar) Badaan</i> Species: <i>Bergenia crassifolia</i> (L.) Fritsch Family: Saxifragaceae Ethnobotanical Use: Rhizome is used to treat typhoid, fever, digestive disorders, and skin inflammation [8].
Vernacular Name: <i>Dhakh</i> Species: <i>Solanum nigrum</i> L. Family: Solanaceae Ethnobotanical Use: Berries are edible and used to cure diarrhea and fever. Leaves extract applied on cuts and wounds. Seeds used for curing skin diseases and joint inflammation.	Vernacular Name: <i>Nohonwujem</i> Species: <i>Solanum nigrum</i> L. Family: Solanaceae Ethnobotanical Use: Berries extract is used to cure dysentery and skin diseases [9].

<b>al Himalay</b>	<b>Altai/ Magnolia/ Siberia Region</b>
<p>Vernacular Name: <i>Nesar</i>                      Species: <i>Pleurospermum brunonsis</i> Benth.                      Family: Apiaceae                      Ethnobotanical Use: Extract of flowering shoot mixed with clarified butter used for body massage to cure fever. Dried leaves used to protect woolen garments from the attack of insects. Being aromatic, it is believed to be the herb of the local deity.</p>	<p>Vernacular Name: <i>Brown's Paper Cup</i>                      Species: <i>Pleurospermum uralense</i> Hoffm.                      Family: Apiaceae                      Ethnobotanical Use: Used to cure fever and leaves cooked as a vegetable by the nomads [10].</p>
<p>Vernacular Name: <i>Dunna</i>                      Species: <i>Allium schoenoprasum</i> L.                      Family: Papaveraceae                      Ethnobotanical Use: Fresh or dried leaves used as a flavoring agent</p>	<p>Vernacular Name: <i>Skoroda</i>                      Species: <i>Allium schoenoprasum</i> L., <i>Allium nutans</i> L.                      Family: Papaveraceae                      Ethnobotanical Use: Used as a spice</p>
<p>Vernacular Name: <i>Bajardanti</i>                      Species: <i>Potentilla fulgens</i> Wall                      Family: Rosaceae                      Ethnobotanical Use: Roots used to cure toothache, stomachache, cold and sore throat.</p>	<p>Vernacular Name: <i>Gaiuun Gichgene</i>                      Species: <i>Potentilla anserine</i> L.                      Family: Rosaceae                      Ethnobotanical Use: Used to treat diarrhea, headache, fever, digestive and blood disorders [11].</p>
<p>Vernacular Name: <i>Karla</i>                      Species: <i>Urtica dioica</i> L.                      Family: Urticaceae                      Ethnobotanical Use: Leaves and stems cooked as vegetables to cure paralysis and paraplegia. Leaf paste is applied on injured parts to cure inflammation. The cooked plant mixed with wheat husk and pumpkin is fed to the cattle in winters.</p>	<p>Vernacular Name: <i>Olslog Khalgai</i>                      Species: <i>Urtica cannabina</i> L.                      Family: Urticaceae                      Ethnobotanical Use: The tender stem and leaves are cooked as vegetables. The leaf extract applied to the infected part to cure joint pain and viper bite [8].</p>
<p>Vernacular Name: <i>Dhudli</i>                      Species: <i>Taraxacum officinale</i> Wigg.                      Family: Asteraceae                      Ethnobotanical Use: The roots are dried, and stored, while root extract is used to cure digestive disorders.</p>	<p>Vernacular Name: <i>Emiinbagvaakhai</i>                      Species: <i>Taraxacum officinale</i> Wigg.                      Family: Asteraceae                      Ethnobotanical Use: Boiled water of plant used to cure liver-related diseases [8].</p>
<p>Vernacular Name: <i>Somlata</i>                      Species: <i>Ephedra gerardiana</i> Wall. ex Stapf                      Family: Ephedraceae                      Ethnobotanical Use: Leaves used for making tea</p>	<p>Vernacular Name: <i>Fedchenkogiin Zeergene</i>                      Species: <i>Ephedra monosperma</i> J.G. Gmel.                      Family: Ephedraceae                      Ethnobotanical Use: Inflammation of mucous membrane of the nose is cured by inhaling the smoke of Ephedra. Its infusion cures pneumonia. It is mixed in boiling water containing Artemisia and Sabina species to cure joints pain [10].</p>
<p>Vernacular Name: <i>Gulabi phul</i>                      Species: <i>Epilobium hirsutum</i> L.                      Family: Onagraceae                      Ethnobotanical Use: Leaves and buds cooked as vegetables by shepherds.</p>	<p>Vernacular Name: <i>Kiprey</i>                      Species: <i>Epilobium hirsutum</i> L.                      Family: Onagraceae                      Ethnobotanical Use: Leaves cooked as vegetable. <i>Kaporie</i> a tea of dried leaves is consumed</p>
<p>Vernacular Name: <i>Jadi Dhoop</i>                      Species: <i>Jurinea dolomiaea</i> Boiss.                      Family: Asteraceae                      Ethnobotanical Use: Dried and ground roots used for making incense. Root extract used as poultice to eruption.</p>	<p>Vernacular Name: <i>Jurinea</i>                      Species: <i>Jurinea multiflora</i> L., <i>Jurinea cyanoides</i> L.                      Family: Asteraceae                      Ethnobotanical Use: Root extract used for curing fever [11].</p>
<p>Vernacular Name: <i>Thelu / Shurgu</i>                      Species: <i>Juniperus recurva</i> Buch. Ham., <i>Platycladus orientalis</i> L.                      Family: Cupressaceae                      Ethnobotanical Use: Used in religious practices Wood used for extracting resin and fruits for extracting oil. The decoction of twigs used to treat dysentery, cough and cold.</p>	<p>Vernacular Name: <i>Khasag Arts / Khonin Arts</i>                      Species: <i>Juniperus sabina</i> L.                      Family: Cupressaceae                      Ethnobotanical Use: Used in religious ceremonies and curing anthrax, arthritis, fever, and lymph disorders [10].</p>

al Himalay	Altai/ Magnolia/ Siberia Region
<p>Vernacular Name: <i>Chhambra</i>                      Species: <i>Artemisia vulgaris</i> L.                      Family: Asteraceae                      Ethnobotanical Use: Leaves used as fodder and have medicinal and used by the priests during the ritualistic performances and garlands of leaves are offered to Lord Shiv on <i>Shivratri</i> festival. Leaf and root paste used for curing jaundice. Leaf extract used to cure skin injury and inflammation. The plant acts as a natural insect repellent.</p>	<p>Vernacular Name: <i>Eeremsharilj / Tsarvan</i>                      Species: <i>Artemisia macrocephala</i> Jacquem. ex Besser                      Family: Asteraceae                      Ethnobotanical Use: The boiled water of fresh and dried plants is used to wash the injured body parts. Used to cure a cold, headache, joint pains, diarrhea, and swelling [9].</p>
<p>Vernacular Name: <i>Chilgoza Pine</i>                      Species: <i>Pinus gerardiana</i> Wall. ex D. Don                      Family: Pinaceae                      Ethnobotanical Use: Nuts are edible and used for making garlands</p>	<p>Vernacular Name: <i>Sibirskykedr</i>                      Species: <i>Pinus sibirica</i> Du Tour, <i>Pinus koraiensis</i> Siebold &amp; Zucc.                      Family: Pinaceae                      Ethnobotanical Use: Nuts are edible, act as an antioxidant.</p>
<p>Vernacular Name: <i>Chukri / Archa</i>                      Species: <i>Rheum australe</i> D. Don.                      Family: Polygonaceae                      Ethnobotanical Use: Dried rhizome used as a smoke puff along with tobacco to cure a toothache. The paste of dried rhizome is applied on cuts, boils, etc.</p>	<p>Vernacular Name: <i>Dolgiotson Gishuune</i>                      Species: <i>Rheum wittrockii</i> Lunstr, <i>Rheum altaicum</i> Losinsk                      Family: Polygonaceae                      Ethnobotanical Use: Used as an anti-inflammatory and to treat digestive and skin diseases [8]</p>
<p>Vernacular Name: <i>Barmanda</i>                      Species: <i>Saussurea obvallata</i> (D.C.) Edgew.                      Family: Asteraceae                      Ethnobotanical Use: Plant is considered sacred and its inflorescence and flowers are offered to the local deities. The plant is believed to be linked with Lord Brahma and Lord Shiv. Its flower, and rhizome cure cuts, wounds, and joint pain.</p>	<p>Vernacular Name: <i>Gashuunbanzdo / Nyomryogtbanzdo</i>                      Species: <i>Saussurea involucrate</i> Sch., <i>Saussurea amara</i> Less.                      Family: Asteraceae                      Ethnobotanical Use: Used in the treatment of inflammation, bile disorders [9].</p>
<p>Vernacular Name: <i>Surch / Charma</i>                      Species: <i>Hippophae rhamnoides</i> (Wild.) L.                      Family: Elaeagnaceae                      Ethnobotanical Use: Berries used in local cuisines like <i>Shoshmang kan</i> (leafy vegetable) as a substitute for tomatoes. Fruit extract used to treat poisoning in cattle. Fruit extract cures jaundice. Tea of dried leaves and berry extract is consumed</p>	<p>Vernacular Name: <i>Yagshilduu Chatsargana</i>                      Species: <i>Hippophae rhamnoides</i> (Wild.) L.                      Family: Elaeagnaceae                      Ethnobotanical Use: The berries are frosted, blended, and mixed with apple or grape juice and consumed</p>
<p>Vernacular Name: <i>Khadus</i>                      Species: <i>Prunella vulgaris</i> L.                      Family: Lamiaceae                      Ethnobotanical Use: Dried herb used to cure internal wounds and headache.</p>	<p>Vernacular Name: <i>Heal — All</i>                      Species: <i>Prunella vulgaris</i> L.                      Family: Lamiaceae                      Ethnobotanical Use: Tea of leaf and root cures diarrhea/ fever.</p>

Hence, the local inhabitants of these regions have knowledge about the identification and the function of wild plants, which are similar with regard to their precise wisdom on categorization, collection, processing, and mode of application/ use of plants. The use of plants, herbs, minerals, and animals in medicinal formulations has closer resemblances in all these regions and so is the concept of animism and faith healing. Since these regions remained interconnected with each other and there have been immigrations from Central Asia from the prehistoric period, which may have been responsible for shaping or influencing the cultural traits of the communities of these regions. The old Indo-Tibet Road paved the way for the flourishing of trade relations among different provinces, which not only helped in the dissemination of information but propagation of plants, plant products, minerals, and

other raw material required for medicinal purposes. Whenever people migrate or travel for trade or other purposes from one place to another, they bring with them, their originalities, which either has an impact on the culture of other region or itself got modified, altered and adjusted with the passage of time.

### Concluding Remarks

The method of traditional healing is intensely rooted in the culture of the region. The traditional medical systems have sustained in society's sociocultural complexes through deep-rooted processes, which are based on the concepts of health and illness and reflect the values, traditions, and beliefs based on people's way of life. The intangible cost of sickness, diagnosis, treatment, and other interactions are important in understanding and dealing with the disease. When a person experiences some pain and goes to a healer for a diagnosis, the healer after diagnosis suggests the treatment. The strategy a person chooses for the treatment depends on personal experiences and preferences. The community's initial response to health problems reveals a multiple and simultaneous usage of folk remedies. The traditional practitioners whose services are sought by the people can be the supernatural healers, shamans, oracles, priests, herbalists, etc. Most of the indigenous healthcare knowledge and herbal practices in the entire region have remained undocumented and must be documented, validated, correlated, and compared with the systems of medicine common in these regions not only to establish a link between the same but to preserve and draw the best out of it which can complement the modern pharmaceutical industry.

### References

- [1]. Gupta, L. M. and Raina, R. (1998). Side effects of some medicinal plants. *Curr Sci*; 75:897-900.
- [2]. Pal, S. K. and Shukla, Y. (2003). Herbal medicine: Current status and the future. *Asian Pac. J. Cancer. Prev.*; 4:281-288.
- [3]. Winslow, L. C. and Kroll, D. J. (1998). Herbs as medicines. *Arch. Intern. Med.*; 158: 2192-2199.
- [4]. Gurmet, P. (2004). Sowa-Rigpa: Himalayan art of healing. *Indian Journal of Traditional Medicine*; 3(2), 212–218.
- [5]. Shikov, A. N., Pozharitskaya, O. N., Makarov, V. G., Wagner, H., Verpoorte, R., and Heinrich, M. (2014). Medicinal Plants of the Russian Pharmacopoeia: Their history and applications. *Journal of Ethnopharmacology*; 154: 481–53.
- [6]. Gupta, P., Sharma, V. K. and Sharma, S. (2014). *Healing Traditions of North-western Himalayas*. Springer.
- [7]. Erlenbaeva, M. T. (2007). Preservation of the sacred places of Altai. Gorno-Altai: Foundation for Sustainable Development of Altai.
- [8]. (2013). *Medicinal plants in Mongolia*. Geneva: World Health Organization
- [9]. Wurchaih, et al. (2019). Medicinal wild plants used by the Mongol herdsmen in Bairin Area of Inner Mongolia and its comparative study between Traditional Mongolian Medicine and Traditional Chinese Medicine. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*; 15 (32): <https://doi.org/10.1186/s13002-019-0300-9>
- [10]. Tungalag, R. (2016). *The flowers of the Mongolian Gobi Desert*. Ulaanbaatar: Admon Publishing.
- [11]. Kubentaev, S., Danilova, A. and Kotukhov, Yu. (2015). *List of Medicinal Plants Kazakhstan Altai*. Kazakhstan: Ridder, MEDA- Alliance Publishing house.



Garland of pine nuts



*Ephedra gerardiana*



*Hippophae rhamnoides*



*Prunella vulgaris* L.



*Epilobium hirsutum*



*Rumex hastatus* L.

*For citation:* Badamsuren B., Batjargal D., Baatartsogt O. Genetic diversity analysis of Mongolian native sheep and other sheep breeds based on microsatellite marker //

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/2\\_2.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/2_2.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.010

UDK 636.082

## **GENETIC DIVERSITY ANALYSIS OF MONGOLIAN NATIVE SHEEP AND OTHER SHEEP BREEDS BASED ON MICROSATELLITE MARKER\***

*B. Badamsuren<sup>1</sup>, D. Batjargal<sup>1</sup>, O. Baatartsogt<sup>1\*</sup>*

<sup>1</sup> Department of Biotechnology and Breeding, Mongolian University of Life Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia.  
E-mail: baatartsogt.muls.edu.mn

### **1. Materials and methods**

#### **Experiment in the laboratory: Animal material and DNA isolation**

We selected four Mongolian indigenous and five imported sheep populations for investigation in this study. Blood samples were randomly collected from 270 sheep belonging to nine different sheep breeds reared in Mongolia. Approximately 4.5ml blood samples were gathered from the vena jugular in K3-EDTA tubes and transferred -20°C freezer. The location and sample sizes of these 9 breeds are given in Figure 1. Total genomic DNA was extracted from blood samples using a DNeasy Blood & Tissue Kit (Qiagen) protocol in the accompanying handbook. Purity and concentration of each sample was quantified using spectrophotometer NanoDrop 2000, spectrophotometer (Thermo Scientific, USA). DNA quality was tested using 1% agarose gel electrophoresis.

We applied three methods as follow

#### *Microsatellite polymorphism detection and genotyping*

The selected microsatellites were amplified with PCR using genomic DNA extracted from individual animals (in total 25µl). The mixture included 5µl of PCR buffer, 4µl of dNTP mix, 1.6µl of Taq DNA polymerase, 1.8µl of D.W and 6µl of template DNA. The reaction conditions were 95°C for 15min; 36 cycles of 94°C for 1min; annealing temperature, different for each primer (Table1), for 72°C for 1min 15s; and final extension at 65°C for 30min. Animals were genotyped using 7 DNA markers (CSR2108, CSR2105, CSR129, CSR2148, MCM527, CSR247 and MCM147).

---

\* The study was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research and the Ministry of Culture, Education, Science and Sports of Mongolia in the framework of the scientific project №19-510-44011 Mong\_t «Development of the concept of organic agriculture based on progressive methods and technologies» // Илчлэх(OXY)-2019/02, «Development of a concept for the development organic agriculture, based on the advanced methods and technologies», Mongolian-Russian joint project, Mongolian Science and Technology Foundation.



Figure 1. Breeds of sheep examined in this study

Table 1. Primer sequences of the 7 microsatellites

Number of primer pair	Ch.no	Direction of primer	Primer sequence (5'→3')	Annealing temperature (°C)	Range of allele size (bp)
CSRD2108	1	Forward Reverse	CATGGAATCACAAAGAGTTGACA CCTGGTAAGACAGTCAGTATACAA	55	117-127
CSRD2105	2	Forward Reverse	AGTAGTGGAACCCAGATTGAAACC CAGGAATTTTACAGGCACAGAATC	55	162-190
CSRD129	8	Forward Reverse	CAGCACATTAGTCAGTTTGGCATC ATAAGGAGAATCTGAAGAGCCAAG	55	148-170
CSRD2148	23	Forward Reverse	GAGAAGTGGTCAACAGAGGATGAG TACAGAGAAGCACAAAGAGATGGG	55	400-500
MCM527	5	Forward Reverse	GTCCATTGCCTCAAATCAATTC AAACCACTTGACTACTCCCAA	56	165-187
CSRD247	14	Forward Reverse	GGACTTGCCAGAACTCTGCAAT CACTGTGGTTTGTATTAGTCAGG	55	220-246
MCM147	2	Forward Reverse	TCCGATGTTAGATGACTTTTGTGC AGCTGGTATCTGTGTCTGTCATCC	55	177-223

The amplified DNA was genotyped using an automated Genetic Analyzer 3130xl (Applied Biosystems, USA). The genotyping reaction contained 1µl of PCR products, 8.9µl of Hi-Di formamide and 0.1µl of GeneScan-500LIZ size standard in 10µl total volume. The genotyping results were obtained using Genemapper V4.0 (Applied Biosystems, USA).

#### PCR-RFLP genotyping

The DNA amplification of the CAST gene was achieved by PCR-RFLP. Two primer pairs CAST1C [5'-TGGGGCCCAATGACGCCATCGATG-3'(forward) and CAST1D [5'-GGTGGAGCAGCACTTCTGATCACC-3' (reverse)] targeting a fragment of 622bp were employed as for identification of the A and B alleles of CAST. The PCR amplification reaction solution was performed in total volume 10µl containing 6.7µl ddH<sub>2</sub>O, 0.8µl of dNTP, 1µl DNA (20ng/µL), 0.2µl of each primer,

1µl of PCR buffer and 0.1µl of Taq DNA polymerase. The PCR cycling condition was carried out in the following conditions of 95°C for 10 min, followed by 1 cycle of denaturing at 95°C for 30s, annealing at 56°C for 40s, and extension at 72°C for 1 min followed by 30 cycles and 10 min at 72°C as a final extension. The amplified fragment of CAST was digested by the restriction *MspI*. Digestion was conducted at 37°C for 3h and in 20µl reaction solution including 7.5µl ddH<sub>2</sub>O, 2µl of 10X buffer Tango, 0.5µl of *MspI* and 10µl PCR product. The PCR and digestion products were electrophoresed on 4% methapor gel in 1X TBE and visualized by staining for 90min at 150V. Association of CAST genotypes with body weight.

*PCR amplification and mt-DNA sequencing*

A segment of 1180 basepairs (bp) was amplified by the polymerase chain reaction (PCR) containing the mtCR (positions 15,437-16,616 GenBank accession number AF010406, Hiendleder et al. 2002). The amplification reactions were performed in 2µl containing 20ng of total sheep DNA, 0.8µl for each of the forward primer Mit3 (5'ATATACTGGTCTTGTAACC3'positions 15,320-15,339) and reverse primer Mit4 (5'AGGCATTTT CAGTGCCTTG3'positions 24-42), 1.6 of dNTPs and 0.6µl of TaqDNA Polymerase. The amplification conditions included an initial step at 95 °C for 11min, followed by 30 cycles of 94 °C for 40s, 58°C for 40s and 72°C for 1min and a final step of 60°C for 3 min. The amplified mtCR fragments were purified with silica beads after electrophoresis in 1% agarose gel. The purified DNA fragments were quantified and 1180 bp of nucleotide sequence was obtained from both DNA strands using a commercial kit following the manufacturer's protocol (BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit PE Applied Biosystems, Foster, CA).

**Statistical analysis**

The genotyped data was analyzed using Excel MS toolkit version 3.1 (Park, 2001), Association of CAST gonotypes locus *MspI* with body weight were analyzed with the using Anova, Phylogenetic tree were constructed with neighbor-joining (Saitou&Nei 1987) software Mega7 and seqman software.

**Research results**

*Result of genetic diversity analysis of Mongolian sheep breeds using microsatellite markers*

In this result sheep breeds showed the most diverse to be Barga, which had 65 alleles, while

Edilbay red showed the least diversity with a total of 43 alleles.

**Table 2. Number of alleles of each polymorphic microsatellite in the different sheep breeds.**

Population	CSRD129	CSRD2105	CSRD247	CSRD2148	MCM527	MCM147	CSRD2108
SF	8	6	6	7	6	8	4
BD	8	8	6	8	6	6	3
MR	10	6	9	10	8	9	2
ER	7	7	8	6	5	8	2

Population	CSRD129	CSRD2105	CSRD247	CSRD2148	MCM527	MCM147	CSRD2108
EB	10	7	7	5	9	11	5
Ro	7	9	6	7	6	8	5
TS	10	10	7	9	6	15	4
UZ	10	6	8	12	7	14	5
Ba	11	7	11	12	9	12	3
Mo	10	6	9	11	7	11	3
<b>Total (mean)</b>	<b>9.1</b>	<b>7.2</b>	<b>7.7</b>	<b>8.7</b>	<b>6.9</b>	<b>10</b>	<b>3.6</b>

( $H_{exp}$  and  $H_{obs}$ ) and PIC ranged from (Ro) 0.699 to 0.822 (Ts), 0.695 (Ro) to 0.806 (ER), and 0.644 (Ro) to 0.778 (TS), respectively. The main values of  $H_{exp}$ ,  $H_{obs}$  and PIC overall loci and breeds 0.747, 0.735 and 0.698 respectively. Ts and ER breeds showed the most probable heterozygosity, and the Ro breed showed the lowest known heterozygosity among each of the 9 breeds (Table2).

**Table 3.  $H_{exp}$  and  $H_{obs}$  for microsatellite markers in the 9 sheep breeds.**

Population	No.of samples	$H_{exp}$	$H_{obs}$	PIC
SF	25	0.704	0.674	0.658
BD	26	0.705	0.659	0.648
MR	24	0.73	0.779	0.678
ER	15	0.758	0.806	0.686
EB	15	0.77	0.738	0.718
Ro	28	0.699	0.695	0.644
TS	25	0.822	0.772	0.778
UZ	26	0.781	0.751	0.744
Ba	26	0.764	0.727	0.73
Mo	23	0.738	0.752	0.694
<b>Total</b>	<b>233</b>	<b>0.747</b>	<b>0.735</b>	<b>0.698</b>

PIC value across the 7 microsatellite markers ranged from 0.386 (CSRD2108) to 0.803 (MCM147). MCM147 and CSRD2148 marker seem the most effective of those tested for analyzing polymorphism in the sheep populations. The  $H_{obs}$  per locus ranged from 0.520 (CSRD2108) to 0.963 (MCM147) with an average of 0.735 (Table3).

**Table 4.  $H_{exp}$  and  $H_{obs}$ , PIC for 7 microsatellite markers in the sampled population**

Marker	No.of Alleles	$H_{exp}$	$H_{obs}$	PIC
CSRD129	14	0.804	0.787	0.763
CSRD2105	15	0.778	0.777	0.727
CSRD247	16	0.783	0.677	0.733
CSRD2198	17	0.822	0.725	0.776
MCM527	12	0.749	0.698	0.697
MCM147	18	0.845	0.963	0.803
CSRD2180	5	0.450	0.520	0.386
<b>Mean</b>	<b>13.8</b>	<b>0.747</b>	<b>0.735</b>	<b>0.698</b>

The phylogenetic tree showed the closest genetic distance was between EB and TS breeds and the most distance between EB and MR breeds. Also showed the closest genetic distance was between BD and MR, UZ and Mo.

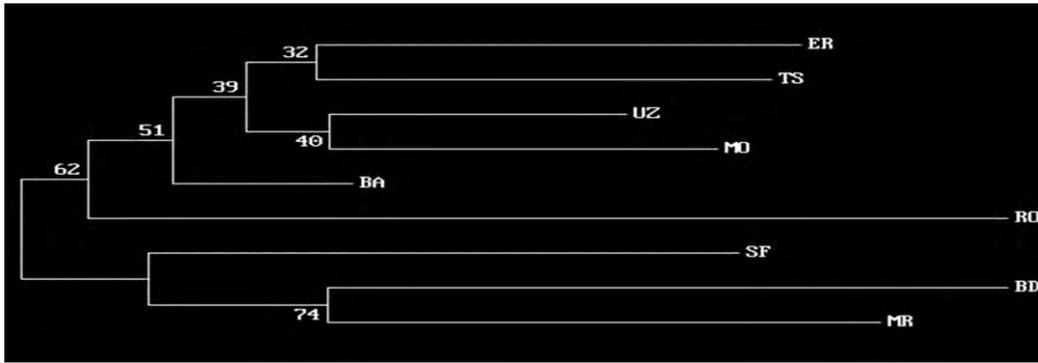


Figure 2. Genetic differentiation among populations

Phylogenetic tree showing the genetic distances among the 9 breeds using Nei’s DA genetic distance on the basis of alleles frequencies from the 7 microsatellite loci. The number on the branches indicate percentage occurrence in 1000 bootstrap replicates.

*Result of polymorphism of CAST gene in sheep using PCR-RFLP*

The amplified CAST resulted in DNA fragment with 622bp. CAST locus *MspI* had three genotypes including in AA, AB and BB with frequencies of 0.6, 0.3, and 0.04 respectively. In population of sheep it was detected three genotypes. The homozygous genotype AA (336 bp, 286 bp) was detected in 136 sheep. The heterozygous genotype AB (622 bp, 336 bp, 286 bp) was detected in 94 sheep. The homozygous genotype BB (622 bp) was detected in 1 sheep.



Figure 3. PCR product of CAST gen analyzed by electrophoresis (622 bp)

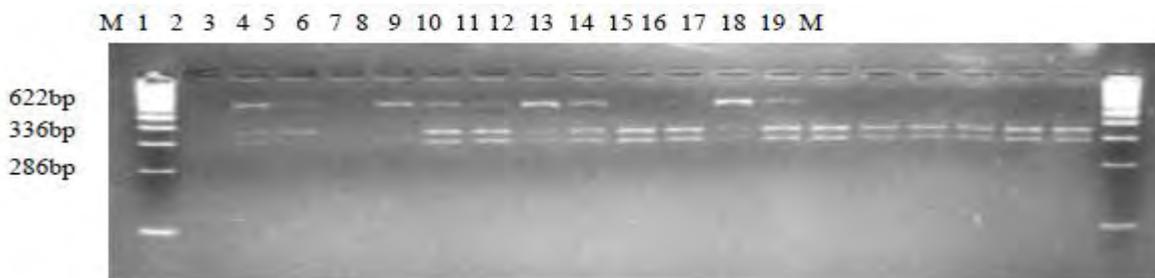


Figure 4. Representatively results of analysis PCR-RFLP for CAST gene by restriction enzyme *MspI* on 1% agarose gel. L=ladder 100 bp (Fermentas), MM genotype (622 bp), MN genotype (622 bp, 336 bp, 286 bp)

There was no significant effects ( $P>0.05$ ) of CAST locus *MspI* genotype on body weight of sheep breeds.

The present data did not show any influences of CAST genotypes on the body weight of sheep, but may have influence for meat quality.

**Table 5. The result of association analysis of CAST gene with bodyweight**

	df	SS	MS	F-value	P-value	R2
Breed	9	53458	5939.8	80.275	2.20E-16	0.789
CAST <i>MspI</i>	2	238	119.2	1.61	0.2022	
Sex	1	6569	6569	88.785	2.20E-16	
Residuals	218	16131				

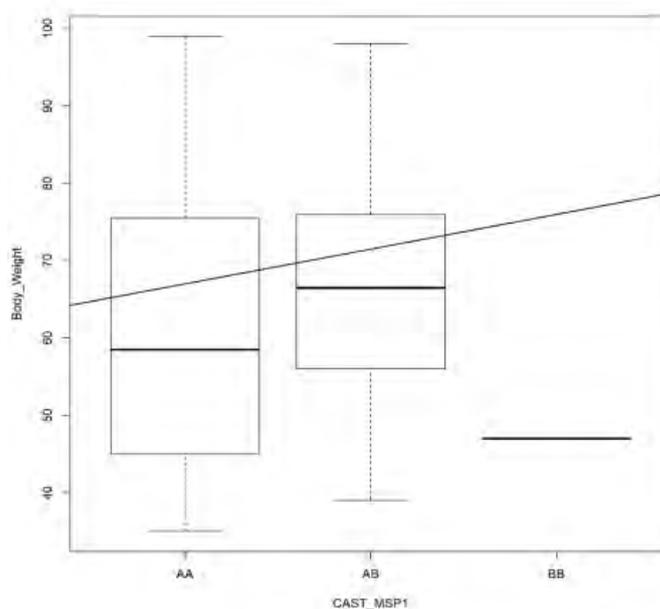


Figure 5. The association between the bodyweight of the sheep and the calpastatin gene (Coefficient Plot with Boxplot)

*Result of genetic diversity of Mongolian sheep based on mtDNA D-loop sequences*

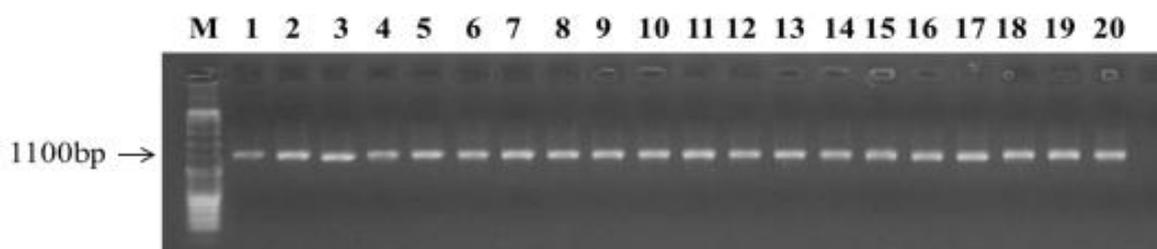


Figure 6. PCR product analyzed by electrophoresis (1100 bp)

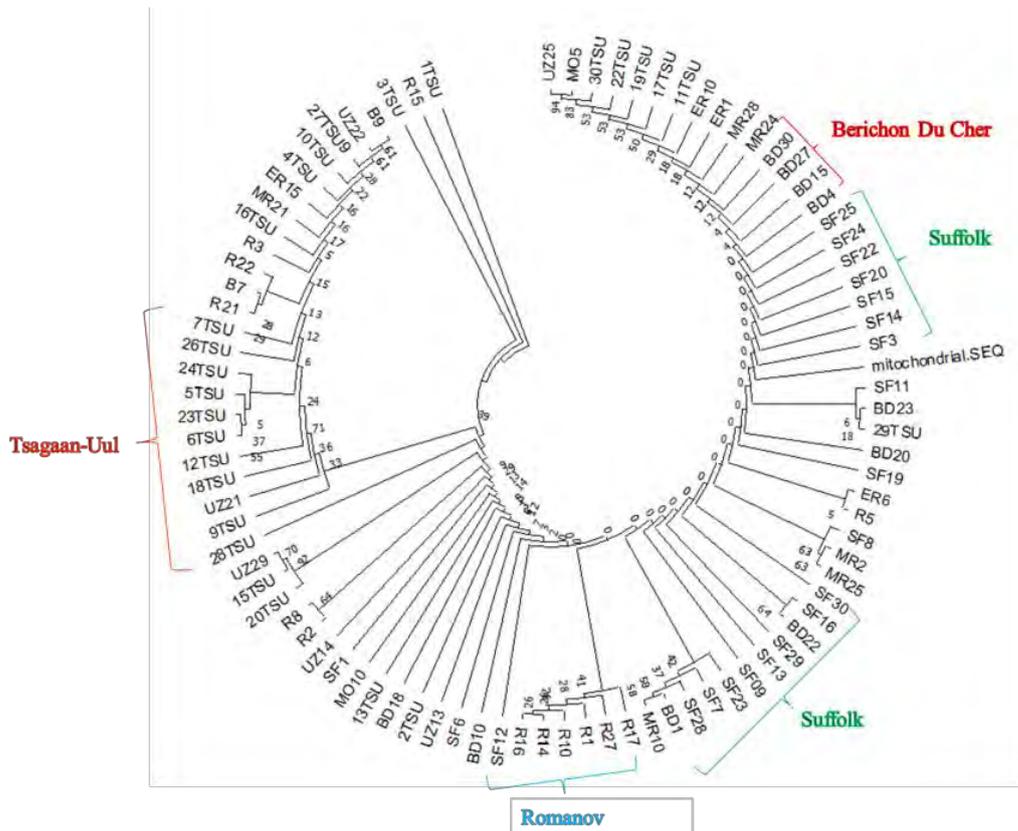


Figure 7. Neighbor-joining tree of 98 sequences of 9 breeds including MNS and other foreign sheep breeds in Mongolia

In this study, the genetic diversity and phylogenetic relationship of 270 individual Mongolian sheep from nine populations were assessed using 96 complete sequences of the mtDNA D-loop. The fragment at 1100bp from sheep mtDNA were amplified using specific primers for sheep mtDNA.

Table 6. Proportions of the haplogroups in the sheep breeds

Breed	Haplotype number	Haplogroup			Nucleotide diversity $\pi$	Haplotype diversity $Hd \pm SD$
		A	B	C		
Barga	24	15 (60.0%)	6 (24.0%)	4 (16.0%)	0.018	0.997±0.023
Mongol	24	10 (41.7%)	8 (33.3%)	6 (25.0%)	0.021	0.996±0.023
Tsagaan-Uul	23	10 (43.5%)	11 (47.8%)	2(8.7%)	0.017	1±0.027
Uzemchin	25	21 (73.3%)	1 (6.67%)	3 (20.0%)	0.032	0.981±0.031
Edelbay	26	20 (62.5%)	2 (12.5%)	4 (25.0%)	0.035	0.992±0.025
Suffolk	21	11 (50.0%)	11 (50.0%)	0 (0.0%)	0.016	0.996±0.023
Merino	24	19 (64.2%)	5 (35.6%)	0 (0.0%)	0.036	0.989±0.031
Berichon-Ducher	25	10 (40%)	12 (48%)	3 (12%)	0.038	0.983±0.028
Romanov	24	5 (20%)	18 (72%)	2 (8%)	0.036	0.978±0.035
<b>Total</b>	<b>216</b>	<b>121 (55.2%)</b>	<b>74 (33.7%)</b>	<b>24 (10.9%)</b>	<b>0.0276</b>	<b>0.991±0.027</b>

This tree declared the presence of mixing haplotypes between the 96 individual populations but still there are some separated haplotypes especially Suffolk, Tsagaan-Uul and Romanov sheep in contrast to other sheep haplotypes which mixed with each other. In this study most of the sheep breeds haplotypes do not show a clear relationship with the phylogeny; haplotypes found in a particular breed are scattered all over the dendrogram.

We determined three well-resolved haplogroups (A, B and C) in the sheep breeds. Haplogroup A dominated (n=121 of 216 animals), followed by haplogroups B (n=74), and C (n=24) (Table 6).

### **Conclusions**

Tsagaan-Uul breed has high genetic diversity and genetically distinct from other breeds. MCM147 and CSRD2148 marker seem the most effective of those tested for analyzing polymorphism in the sheep populations. Gene of CAST locus *MspI* were polymorphic in these sheep breeds. The CAST locus *MspI* had three genotypes AA, AB and BB with frequencies of 0.6, 0.3 and 0.04 respectively. The genotypes of CAST gene locus *MspI* did not significantly effect on body weight of sheep. Haplogroups A, B and C of sheep, with a high level of haplotype diversity and moderate to high nucleotide diversity.

Для цитирования: Болдсайхан О, Очир Ж., Дорж Б. Некоторые особенности формирования урожая яровой пшеницы в экстремальных условиях Монголии // [Электронный ресурс]

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/2\\_3.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/2_3.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.011

УДК 631.147 ; 631.5

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ МОНГОЛИИ\*

*О Болдсайхан<sup>1</sup>, Ж. Очир<sup>2</sup>, Б. Дорж<sup>2</sup>*

1 Ассоциация Монгольских фермеров, Монголия  
Boldoo@citcorp.ca

2 Монгольский государственный аграрный университет, Монголия  
ochir@mul.edu.mn, dorjbegz@gmail.com

В условиях засушливого климата Монголии формирование урожая зерновых культур в основном зависит от погодных условий года. Особенностью климата является выраженная континентальность с коротким вегетационным периодом. Медленное нарастание количество осадков происходит в июне и переходит в максимум в июле и августе, а в конце сентября дожди прекращаются и наступает продолжительный сухой период, который длится до конца весны следующего года. В этих условиях судьба урожая яровых зерновых в большой степени зависит от накопленной в почве влаги июльско-августовских осадков прошлого года. По многолетним данным распределение осадков составляет: в мае — 21-30 мм, июне — 48-70 мм, июле — 80-120 мм, августе — 70-100 мм и сентябре — 30-40 мм.

Влажность почвы всегда ниже ее наименьшей влагоемкости (НВ), за исключением короткого периода обильных дождей, что в основном бывает во второй половине лета (июль-август). По нашим наблюдениям, на паровых полях накапливается влаги 15-18% от выпавших осадков этого периода; в некоторых случаях отмечается уменьшение при посеве, чем до парования. Этот негативный процесс выявляется весной, когда относительная влажность воздуха снижается до 30% и содержание общего запаса влаги в десятисантиметровом слое почвы уменьшается до 4.0 мм или на уровне мертвого (непродуктивного) запаса. Высокая температура воздуха и скорость ветра увеличивают испарение влаги из почвы. Описываемый процесс в природе проявляется миражами над полями весной. В связи с этим полевая всхожесть зерновых снижается до 56-70% и больше. Содержание мизерного запаса влаги в почве обычно ниже 7-8 см, что делает необходимым углубленную заделку

---

\* Название проекта: Влияние бобовых культур на плодородие почвы и последующие преимущества урожайности пшеницы // Фонд: Производители Зернобобовых в Саскачеване, Канада. Тренинг для проекта развития села.

семян. С другой стороны, существует биологическая закономерность, согласно которой оптимальная глубина заделки семян составляет 3-5 см. Указанные факторы являются причиной снижения полевой всхожести яровой пшеницы.

Результаты проведенных исследований показывают, что в условиях Монголии крупные зерна дадут всходы при заделке семян на глубину 7-8 см.

**Таблица 1. Полевая всхожесть семян яровой пшеницы в зависимости от глубины заделки**  
**Table 1. Field germination of spring wheat seeds depending on the depth of embedding**

Вариант	Вес 1000 зерен, гр	Глубина заделки, см	Полевая всхожесть, %
Мелкий	19.0	8 см	68.5
Средний	30,5		75.9
Крупный	46.9		85.1

Из таблицы 1 следует, что при повышении веса 1000 зерен повышается полевая всхожесть яровой пшеницы, то есть, чем крупнее зерно, тем больше всхожесть. В отношении глубины заделки семян в Бурятии сложилась практика: в степных и сухостепных зонах заделку проводят во влажный слой до 7-9 см (на 1.5-2 см глубже верхней границы влажного слоя). Это связано с тем, что при холодной погоде и сильных ветрах верхний слой быстро иссушается и семена могут оказаться в сухой почве. Известно, что зерно состоит из двух частей, зародыш и эндосперм, — последний является питанием первого до выхода первого листа [1] на поверхность грунта. Соответственно этой биологической закономерности, при углублении заделки семян на 8 см исчерпывается эндосперм, что и является причиной снижения полевой всхожести в условиях Монголии и сопредельных районов России. Таким образом, природные условия обуславливают применение углубленной заделки семян и сортировку посевных материалов. Однако необходимо отметить, что приведенные приемы, хотя и дают положительный эффект, не являются окончательным решением проблемы получения качественных устойчивых всходов.

**Таблица 2. Вес зерна после появления всхода в зависимости от глубины заделки семян**  
**Table 2. The weight of the grain after the emergence of seedlings, depending on the depth of seeding**

№	Глубина заделки семян	Вес семян, гр
1	4 см	0.4
2	6 см	0.2
3	8 см	0.1

Из таблицы 2 видно, что в процессе «набухание – появления всходов» вес зерна (эндосперма) уменьшается, особенно при глубокой (6-8 см) заделке семян. Кроме того, при глубокой заделке семян затягивается срок появления всходов, вследствие чего увеличивается засоренность поля и незрелые семена

попадают под заморозки. Как отмечают исследователи [2], углубление заделки семян снижает полевую всхожесть яровой пшеницы и повышает засоренности посева.

Однако вес 1000 семян яровой пшеницы резко колеблется в зависимости от погодных условий вегетации и места положения в колосе и колосков на стержне. По нашим наблюдениям, этот показатель заметно уменьшается в засухе при формировании зерна пшеницы (в стадиях молочной-восковой спелости). Вес 1000 зерен, располагающихся в конце и основании (корне) колоса, и крайних в колоске — обычно ниже, чем в средней части. Исходя из этого, требуется допосевная сортировка семенного материала по фракциям, чтобы получить дружные и крепкие всходы.

При этом необходимо отметить, что всходы крупной фракции семян во все годы исследований появлялись на 1-2 дня позже, чем средней и мелкой фракции. Запаздывание появления всходов у крупной фракции объясняется тем, что семена набухают за счет потребления большого количества влаги и меньшей скорости поглощения, чем у семян других фракций. Величина полевой всхожести находилась в прямой зависимости от лабораторной всхожести. Семена с высокой лабораторной всхожестью имели и повышенную полевую всхожесть. Однако расхождение между лабораторной и полевой всхожестью достигло 16-23%. Описываемое расхождение зависит от предпосевной обработки поля. Некрошенные глыбы почвы, неровная поверхность поля оказывают негативные влияние на всхожесть семян, в результате чего снижается полевая всхожесть, негативно сказываясь на урожайности.



а — всхожесть семян яровой пшеницы при посеве на глубину 3, 4, 5, 6, 7 см, через 8 дней



б — механическое повреждение всхода в глыбистой почве при некачественной (некрошенной) обработке

Рисунок 1. Всхожесть семян яровой пшеницы и механические повреждения в ходе обработки почвы.

Figure 1. Germination of spring wheat seeds and mechanical damage during tillage

Одним из факторов, оказывающих негативное влияние на всхожесть семян яровой пшеницы, являются весенние заморозки, вследствие которых замедляется вегетация растений и в некоторых случаях они погибают [3].

Площадь листьев в посевах средней и крупной фракций больше, чем у мелких, что напрямую связано с продуктивностью фотосинтеза: максимальный показатель отмечался в фазе формирования зерна, что подтверждается урожайностью.

**Таблица 3. Урожайность яровой пшеницы в зависимости от фракции, ц/га семян**  
**Table 1. Germination of spring wheat seeds and mechanical damage during tillage**

№	Фракции	Норма посева, шт/ га	Урожайность ц/га
1	Мелкая	3.5 мл	14.6
2	Средняя		17.4
3	Крупная		17.8

Данные, приведенные в таблице 3, показывают, что при посеве средней и крупной фракции семян урожайность выше, чем при посеве мелкой. Результаты проведенных нами исследований могут проявляться только в экстремальных условиях Центральной Азии.

### Выводы

1. Размер семян яровой пшеницы играет большую роль в получении дружных всходов в условиях засушливой весны.
2. Предпосевное фракционирование семян является обязательным агротехническим мероприятием для повышения всхожести.
3. В результате предпосевного фракционирования норма сева снижается на 17% за счёт повышения полевой всхожести.

### Список литературы

1. Гунгаа, Ц. Влияние крупности и выравненности семян яровой пшеницы при разных нормах посева на их посевные и урожайные качества в условиях центрально-земледельческой зоны МНР : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук : 12. 03.00 / Ц. Гунгаа ; Рос. гос. агро. уни. Москва, 1975. 13 с.
2. Бохиев, В. Б. Водные и физические режимы каштановых почв в связи с их обработкой / В.Б. Бохиев, Б.В. Бохиев // сб. тр. Бурят. гос. с.-х. акад. Улан-Удэ, 1995. Вып. 38. С. 50-51.
3. Баиров, В.П. Некоторые особенности формирования урожаев зерновых и кормовых культур в экстремальных условиях южной сухостепной зоны Бурятии / В.П. Баиров, А.С. Малахинов, М.Р. Маладаева // сб. тр. Бурят. гос. с.-х. акад. Улан-Удэ, 1995. Вып. 38. С. 99-100.

Для цитирования: Болдсайхан О., Очир Ж., Дорж Б. Роль бобовых в экологизации земледелия Монголии // [Электронный ресурс]

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/2\\_4.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/2_4.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.012

УДК 631.147 ; 631.5

## РОЛЬ БОБОВЫХ В ЭКОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ МОНГОЛИИ\*

*О Болдсайхан<sup>1</sup>, Ж. Очир<sup>2</sup>, Б. Дорж<sup>2</sup>*

1 ЭНСАДА-холдинг, Улан-Батор, Монголия

Boldoo@citcorp.ca

2 Монгольский государственный аграрный университет, Улан-Батор, Монголия

ochir@mul.edu.mn, dorjbegz@gmail.com

### 1. Введение

Монголия располагается в северо-восточной Центральной Азии, на высоте 532 м над уровнем моря и выше (среднее 1500 м), окаймлена высокими горными цепями со всех сторон. Климат суровый и экстремальный, выражается продолжительной холодной зимой и знойным летом. В результате глубокой пересеченности высоких гор создается микроклимат, являющийся причиной изменения погодных условий на небольшой территории. Сумма годовых осадков — не больше 250 мм, из которых почти 90% выпадает при вегетации культурных растений, толщина снежного покрова — около 15 см, безморозный период продолжается в среднем 90 дней. Почва маломощная легкосуглинистая, супесчаная, темно-каштановая и каштановая. Основным лимитирующим фактором урожая являются влажность и плодородие почвы.

В перечисленных условиях целесообразны короткоротационный зернопаровой, зернопарокартофельный и почвозащитные севообороты. При применении указанных севооборотов постепенно снижается плодородие почв, особенно в зернопарокартофельном. По данным научно-исследовательского института растениеводства и земледелия Монголии, за 50 лет после освоения целины содержание гумуса в пахотном слое почв уменьшилось на 7.2-39%, содержание общего азота — на 20.0-53.4%, подвижного фосфора — на 17.3%, обменного калия — на 12.1-54%. Приведенные цифры показывают, что необходимо пересмотреть не только севооборот, но и систему обработки почв, виды удобрений и норм их применения.

Сегодня отмечается широкий интерес к производству органических продуктов. Важной особенностью технологии производства таких продуктов является благоприятное влияние на почвы благодаря применению органических удобрений и включение в севооборот бобовых растений. Многочисленные

---

\* Название проекта: Влияние бобовых культур на плодородие почвы и последующие преимущества урожайности пшеницы // Фонд: Производители Зернобобовых в Саскачеване, Канада. Тренинг для проекта развития села.

исследования [3] утверждают, что при посеве бобовых культур почва обогащается такими питательными элементами, как азот, фосфор, калий и другие. Кроме того, улучшаются технологические качества пищевых и кормовых продуктов. В полевых севооборотах применение сидератов повышает потенциальное и эффективное плодородие малогумусных каштановых почв, значительно пополняет содержание органического вещества в почве [4].

**Таблица 1. Влияние бобовых на содержание органических остатков после уборки первого года при совместном посеве, %**  
**Table 1. Influence of legumes on the content of organic residues after harvesting the first year with joint sowing, %**

№	Вариант	Органические остатки, %		
		Перед посевом	После уборки	Разница
1	Пшеница (контроль)	9.7	9.9	0.2
2	Горох Пшеница		10.0	0.3
3	Чечевица + пшеница		10.0	0.3
4	Донник + пшеница		10.1	0.4
5	Люцерна + пшеница		10.4	0.7

Данные таблицы 1 показывают, что при посевах бобовых накапливается больше органического вещества, чем на контрольном варианте при посеве пшеницы. При посеве двухлетнего донника и многолетней люцерны лучше накапливается органическое вещество по сравнению с однолетними бобовыми культурами. Органические остатки в почве являются потенциальным плодородием, образуя при разложении эффективные (питательные) вещества, доступные для растений (при последующих посевах), — азот, фосфор и другие. Горох — одна из популярных зернобобовых культур [5,6]. Ценность этой культуры обусловлена, прежде всего, богатым содержанием в его семенах высококачественного белка — в 13-20 раза больше, чем в злаковых культурах. В 1 корм. ед. зерна гороха содержится 170 г переваримого протеина при зоотехнической норме 115-120 г. Высокие кормовые качества надземной массы гороха имеют исключительное значение в пастбищном животноводстве Монголии.

**Таблица 2. Содержание некоторых питательных элементов в почве при совместном посеве пшеницы и бобовых после уборки первого года**  
**Table 2. The content of some nutrients in the soil during the joint sowing of wheat and legumes after the first year of harvest**

№	Вариант	Содержание подвижных элементов, 100г/мг					
		P <sub>2</sub> O <sub>4</sub>			K <sub>2</sub> O		
		Перед посевом	После уборки	Разница	Перед посевом	После уборки	Разница
1	Пшеница (контроль)	2.8	2.7	0.1	20.3	16	-4.3
2	Горох + пшеница		2.6	0.2		19.3	-1
3	Чечевица+ пшеница		2.6	0.2		12.3	-8
4	Донник + пшеница		2.83	-0.03		18.3	-1.8
5	Люцерна + пшеница		2.86	-0.06		19.6	-0.7

Данные таблицы 2 показывают, что донник и люцерна в первом году посева не повышают содержание фосфора и калия. В научной литературе имеется обширная информация о корневых выделениях многолетних бобовых культур, способствующих повышению содержания в почвах фосфора и калия и, соответственно, восстановлению плодородия. Подобный позитивный процесс выявляется только в ходе полной вегетации бобовых.

От активности и направленности биологических процессов, протекающих в почве, зависит скорость трансформации различных соединений, разложение растительных остатков, накопление элементов питания растений и в конечном счете — плодородие почвы. Понятно, что для таких сложных процессов требуются определенные условия на каждой стадии протекания [2].

Один из важнейших источников пополнения азотного фонда пахотных почв — биологическая фиксация молекулярного азота из атмосферы, который находится в недоступной для высших растений форме. Наиболее высокий уровень накопления азота отмечен у многолетней люцерны и двулетнего донника. В результате исследований, проведенных монгольскими учеными, установлено, что в суровых условиях природы в Центральной Азии из бобовых культур лучше акклиматизировались горох, донник и люцерна. В настоящее время по площади посевов люцерны занимает первое место, донник — второе. Существенное преимущество гороха состоит в его морозоустойчивости в первый период вегетации и совпадении срока созревания с зерновыми культурами. Чечевица — значимая продовольственная культура на юге Азии и в Канаде, в Америке она является популярным пищевым продуктом. Нами установлено, что в зерне чечевицы содержится белка на уровне гороха. Донник, как и люцерна, перспективен для восстановления плодородия почв. При средних и хороших урожаях донник оставляет в почве столько азота, сколько его содержится в 40-60 т навоза [1]. В суровых условиях, где почва подверглась той или иной форме дигрессии, целесообразны посевы донника.

Полученные выводы и обобщения результатов исследования имеют, несомненно, важное значение для экологического земледелия и органического сельского хозяйства.

Из данных таблицы 3 видно, что при весеннем посеве содержание аммония в почве меньше, чем нитрата, наибольшее накопление аммония при вегетации растений отмечается в вариантах посевов гороха и люцерны. Аммоний — неустойчивое вещество, хотя доступно для растений.

**Таблица 3. Влияние бобовых в накопление азота в пахотном слое почв, доступном для растения**  
**Table 3. Impact of legumes on nitrogen accumulation in the topsoil accessible to the plant**

№	Вариант доступного для растений, 100 г/мг (первый год посева)	Аммония			Нитрата		
		Перед посевом	После уборки	Разница	Перед посевом	После уборки	Разница
1	Пшеница (контроль)	1.66	1.50	-0.16	2.8	2.3	-0.50
2	Горох + пшеница		2.50	0.84		2.9	0.10

№	Вариант доступного для растений, 100 г/мг (первый год посева)	Аммония			Нитрата		
		Перед посевом	После уборки	Разница	Перед посевом	После уборки	Разница
3	Чечевица + пшеница		1.76	0.10		2.6	-0.20
4	Донник + пшеница		2.20	0.54		2.9	0.10
5	Люцерна + пшеница		2.40	0.74		3.0	0.20

Нитрат является более устойчивым в сравнении с аммонием, то есть отдельно существует в природе. Нами изучено накопление симбиотически связанного азота у гороха, чечевицы, донника и люцерны, определено содержание азота в их семенах, надземных и корневых массах. Сравнительно большое содержание азота выявлено в зерне, меньше — в корневой массе; содержание азота в надземной части — среднее. Подобная картина выявляется у всех изученных бобовых культур.

Таким образом, совместный посев яровой пшеницы с бобовыми является одним из способов восстановления плодородия почв и повышения урожая яровой пшеницы в условиях Монголии и в органическом сельском хозяйстве.

### Выводы и предложения

1. Бобовые растения повышают содержание в почве азота и фосфора, доступного для яровой пшеницы и других зерновых.
2. Сидераты из бобовых не только увеличивают урожай яровой пшеницы, но и улучшают его качество.
3. Бобовые культуры являются экологическим методом повышения урожайности при ведении органического сельского хозяйства.

### Список литературы

1. Барнаков Н.В. Донник в Забайкалье. Бурят. гос. с.акад. Улан-Удэ. 1998. с.71.
2. Берестецкий О.А. и др. Биологические основы плодородия почвы / О.А. Берестецкий, Ю.М. Возняковская, Л.М. Доросинский, Ю.В. Круглов, Г.С. Муромцев, Т.В. Тарвис, Н.А. Туев, А.И. Чундерова [под ред. О.А. Берестецкого] // Всесоюз. акад. с.-х. наук. М.: Колос, 1984. 287с.
3. Дорж. Б. Роль бобовых в экологизации земледелия Монголии : материалы междунар. науч-практ. конф., Казахстан, 21-22 июня 2018 г. / Алмалыбак: ТОО «Асыл кітап» (Баспа үйі) ; редкол.: Б. Дорж и др. Алмалыбак: 2018. С. 132-133.
4. Киреев А.К., Сидерация — один из основных элементов системы биологического земледелия : материалы междунар. науч-практ. конф., Казахстан, 21-22 июня 2018 г. / Алмалыбак: ТОО «Асыл кітап» (Баспа үйі). Алмалыбак: 2018. С. 181.
5. Кудайбергенов М.С. и др. Новый сорт гороха АКСапы : материалы междунар. науч-практ. конф., Казахстан, 21-22 июня 2018 г. / ТОО «Асыл кітап» (Баспа үйі) Алмалыбак: 2018. С. 188.
6. Мейрман Г.Т., Масоничич-Шотунова Р.С. Люцерна. Алматы/Алмалыбак, 2012. 416 с.

Для цитирования: Гантулга Г., Энхбадрал Г. К вопросу выбора технологии аграрного производства // [Электронный ресурс]

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/2\\_5.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/2_5.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.013

УДК 631.5

## К ВОПРОСУ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИИ АГРАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА\*

Г. Гантулга<sup>1,2</sup>, Г. Энхбадрал<sup>3</sup>

1 Монгольский Государственный Аграрный Университет, Монголия

2 Монгольская академия аграрной науки, Монголия

3 Чезу национальный университет, Южная Корея

E-mail: [gantulga@muls.edu.mn](mailto:gantulga@muls.edu.mn)

### 1. Введение

Агропромышленный комплекс представляет собой сложную динамическую систему, включающую множество подсистем. Обеспечение стабильности ее функционирования в изменяющихся неопределенных условиях хозяйствования требует научно обоснованного подхода к принятию эффективных управленческих решений. В связи с этим существует необходимость разработки соответствующих моделей и методов поддержки принятия решений при управлении экономическими параметрами производственных систем АПК.

Учитывая особенности управления в сельском хозяйстве, следует особо подчеркнуть, что отсутствие объективной и своевременной информации на всех этапах производства продукции растениеводства и, как следствие, неоптимальный выбор технологии возделывания сельскохозяйственных культур, приводит к возрастанию затрат труда и материальных ресурсов, недополучению предприятием прибыли, а иногда — несению убытков [1,2]. Поэтому разработка математических моделей оценки технологий возделывания сельскохозяйственных культур и внедрение системы поддержки принятия решений, базирующейся на моделях процессов управления производством, приобрели весьма актуальное значение.

### 2. Специфика и особенности аграрного производства

Прежде чем приступить к выбору конкретной технологий аграрного производства, необходимо рассмотреть особенности агроиндустрии в целом (рисунок 1) и специфику Монголии (рисунок 2) [3].

---

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Министерства культуры, образования, науки и спорта Монголии в рамках научного проекта №19-510-44011 Монг\_т «Развитие концепции органического сельского хозяйства на основе прогрессивных методов и технологий» // ШуГх(ОХУ)-2019/02, «Разработка концепции развития органического сельского хозяйства на основе передовых методов и технологий», Монголо-Российский совместный проект, Научно-технологический фонд Монголии.



Рисунок. 1. Особенности аграрного производства и факторы влияния на агроиндустрию  
Figure 1. Features of agricultural production and factors affecting the agricultural industry



Рисунок. 2. Специфика аграрного сектора Монголии  
Figure 2. Specificity of the agrarian sector of Mongolia

Аграрное производство отличается от других отраслей прямым воздействием на него таких факторов, как: состояние окружающей среды (включая климатические условия), масштабы производства, виды культур и применяемые агротехнологии.

Основными лимитирующими факторами развития сельского хозяйства Монголии являются: географическое расположение, резко континентальный климат и хрупкость экосистемы Монголии; изменение климатических условий (опустынивание, засухи, эрозия и обеднения плодородных почв); снижение качества пастбищных и кормовых ресурсов. С другой стороны, опыт и традиции фермеров, применяемые технологии агроиндустрии, а также инфраструктура оказывают сильное воздействие на агропромышленный сектор. Эти и другие факторы приводят к снижению эффективности земледелия и животноводства Монголии, что выражается в потере урожая и поголовья, снижении продуктивности животных и ухудшении качества продукции.

### **3. Концепция выбора технологии сельскохозяйственного производства и агроиндустрии**

При выборе технологии аграрного производства требуется изучить комплексную информационную систему и научно обоснованные методики, учитывающие влияние приведенных факторов, что предполагает проведение следующих мероприятий [2,4]:

1 — сбор информации о методах выбора технологий с использованием соответствующих информационно-технологических систем;

2. — поиск сертифицированных патентов, предлагаемых фермерам и агроиндустрии;

3 — анализ полученной информации.

Расчеты и аналитические оценки осуществляются в соответствии с общей методологией оценки производственных затрат и эффективности выбранных технологий. По результатам расчетов и выводов выбирается технология производства.

Следующие параметры поиска из информационных баз данных могут быть использованы для выбора технологий сельскохозяйственного производства:

1) виды культур;

2) уровень интенсивности производства;

3) особенности аграрного региона;

4) питательность почвы;

5) специфика агроэкологии;

6) виды предыдущих культур и технологий их выращивания.

Основные факторы, оказывающие влияние на сельскохозяйственное производство, представлены на схеме (рисунок 3), разработанной учеными Мухамад и Аяз [5]. Схема иллюстрирует, что ключевыми факторами являются автоматизация производства; климатические условия; использование биологических ресурсов, а также уровень урожайности.



Рисунок 3. Основные факторы, оказывающие влияние на технологии аграрного производства

Figure 3. The main factors influencing agricultural production technologies

Эффективным считается использование экономико-математических моделей для выбора технологии сельскохозяйственного производства. Современный подход — использование оптимизации и экономико-математического моделирования, учитывающих влияние всех факторов производства на основе реальных баз данных, собранных с помощью беспилотных летательных аппаратов [2,4].

Исследователи из Кубанского государственного аграрного университета РФ разработали методики многокритериальной оценки технологий возделывания сельскохозяйственных культур по экономическим, биоэнергетическим и экологическим показателям с применением современных информационных технологий и средств разработки компьютерных программ. Для выбора наилучшей технологии из числа альтернативных ими предложена методика оценки экономически эффективных технологических процессов в растениеводстве, состоящая из трех последовательных этапов: 1) определение набора технологий с использованием метода бинарных решающих матриц; 2) сравнение выбранных технологий с использованием многокритериальной экономико-математической модели и наглядного графика-паутины; 3) анализ и выбор экономически эффективной технологии с помощью матричной модели [4].

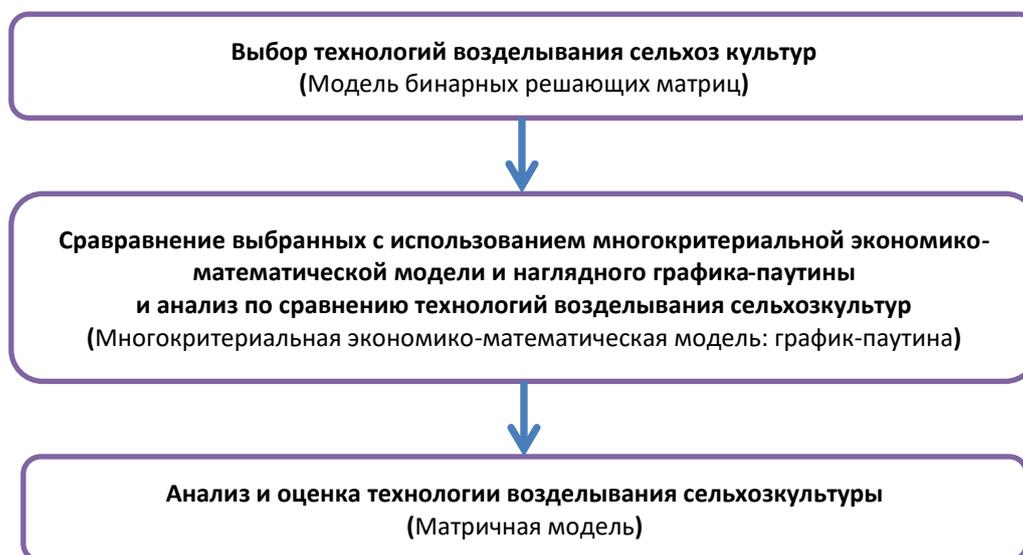


Рисунок 4. Модельный состав методики многокритериальной оценки технологических процессов в растениеводстве

Figure 4. Model composition of the methodology for multi-criteria evaluation of technological processes in crop production

Целевой функцией выступает нахождение максимально суммы бинарных показателей технологии ( $a_{i,j}$ ).

$$D_j = \sum a_{ij} \rightarrow \max \quad (1)$$

где:  $i$  — критерий оценки,  
 $j$  — рассматриваемая технология.

Современные наука и жизнь тесно связаны с цифровыми технологиями. Это обусловлено их преимуществами: получение высококачественной и математически точной информации, возможность обработки больших объемов данных, доступность, сокращение затрат труда и др. Сельское хозяйство не стало исключением.

Особенность возделывания зерновых культур характеризуется многообразием агротехнологий при производстве соответствующих видов продукции и обусловлена различными факторами, влияющими на производство. При управлении сельскохозяйственным производством недополучение прибыли, а иногда и убытки, увеличение затрат труда и материальных ресурсов тесно связаны с отсутствием или несвоевременным получением информации на всех этапах производства продукции растениеводства и неоптимальным выбором технологии возделывания культур [1].

В связи с этим становится актуальным применение информационных систем при выборе технологий возделывания сельскохозяйственных культур на основе научного подхода и достижений научно-технического прогресса, «умных технологий» с оценкой их экономической эффективности для принятия решений при выращивании и производстве продукции растениеводства.

#### **4. Преимущества использования «умных технологий» в сельском хозяйстве**

Использование интеллектуальных технологий и Интернета в процессе сельскохозяйственного производства дает следующие преимущества [3,5,6,7]:

1. Создание базы банных (помощью интеллектуальных сенсоров и датчиков) по таким показателям, как климат, плодородие почвы, накопление влаги, процесс роста сельскохозяйственных культур и состояние здоровья животных; это позволяет контролировать и управлять производственными процессами, эффективностью и производительностью труда.

2. Предотвращение рисков, планирование и расчет продаж с использованием возможности регулярного мониторинга и управления производственной деятельностью.

3. Осуществление управления затратами и сокращением отходов за счет контроля всех производственных процессов.

4. Повышение эффективности производственной деятельности за счет автоматизации производственного процесса.

5. Обеспечение строгого соблюдения стандартов технологии, постоянный контроль производственного процесса с помощью автоматического оборудования, а также улучшение качества продукта.

Использование всех этих преимуществ позволяет повысить производительность и эффективность в агроиндустрии.

#### **Список литературы**

1. Альт В.В., Современные подходы к выбору технологий в растениеводстве // Материалы XXII Международной научно-практической конференции «Аграрная наука — сельскохозяйственному производству Сибири, Казахстана, Монголии, Беларуси и Болгарии». 2019. С. 325-326.

2. Столярова Е.А., Влияние технологии производства сельскохозяйственной продукции на систему управления затратами // Международный журнал «Символ Науки» 14/2016. с. 225-229.
3. Щетинина И.В. Взаимоотношения в АПК: Влияние на перспективы научно-технического развития // Международная научно-практическая конференция «Развитие сельского хозяйства на основе современных научных достижений и интеллектуальных цифровых технологий» (Сибирь — агробιοтехнологии: Сабит-2019), посвященная 50-летию СО ВАСХНИЛ. 2019. С. 328-330.
4. Лойко В.Л., Ткаченко В.В. Модели и методика оценка технологий сельскохозяйственного производства (на примере растениеводства): программная реализация и основные результаты // Научный журнал КубГАУ, №134 (10). С.1-29.
5. The Role of Smart Farming in Developing Sustainable Agriculture // <https://www.farmmanagement.pro/the-role-of-smart-farming-in-developing-sustainable-agriculture/>
6. IOT in agriculture: 8 technology use cases for smart farming (and challenges to consider) // <https://easternpeak.com/blog/iot-in-agriculture-5-technology-use-cases-for-smart-farming-and-4-challenges-to-consider/>
7. Гантулга Г., Хэрууга Т., Бямбаа Б., Насущные проблемы развития сельского хозяйства Монголии и пути их решения // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. 48(6): 90-95 // <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2018-6-12>

Для цитирования: Горшков В.В., Стрельцова Т.А. Методология разработки научных рекомендаций и предложений по внедрению биоинтенсивных технологий производства органической продукции животноводства в регионах Большого Алтая // [Электронный ресурс]

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/2\\_6.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/2_6.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.014

УДК 636.08

## **МЕТОДОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ НАУЧНЫХ РЕКОМЕНДАЦИЙ И ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ВНЕДРЕНИЮ БИОИНТЕНСИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА В РЕГИОНАХ БОЛЬШОГО АЛТАЯ\***

*В.В. Горшков<sup>1</sup>, Т.А. Стрельцова<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО Алтайский государственный аграрный университет, г. Барнаул, Российская Федерация  
E-mail: [vita-gorshkov@yandex.ru](mailto:vita-gorshkov@yandex.ru) ; [tv\\_strelsova@mail.ru](mailto:tv_strelsova@mail.ru)

### **1. Введение**

Основными целями современной науки и технологий на службе устойчивому развитию отдельных территорий, стран и континентов является снижение интенсивности ресурсопотребления, нагрузки на экосистемы, сохранение и развитие природных комплексов на основе экологичности. Этой цели в значительной мере соответствует модернизация сельскохозяйственного производства как направления человеческой деятельности, оказывающего наиболее сильное антропогенное воздействие на экосистему будущего.

Современная аграрная наука должна максимально содействовать эффективности использования ресурсов региона на основе поиска новых методов, средств и альтернатив развития, а также постоянно заниматься переоценкой и содействием снижению интенсивности использования ресурсов и антропогенной нагрузки на экосистемы.

Ключевой идеей развития органического животноводства как элемента устойчивого развития региона является эффективное и безопасное природопользование и использование научных достижений в интересах обеспечения как современной повседневной жизни людей, так и будущего развития человечества.

Поэтому развитие органического производства является приоритетным направлением экономической политики разных стран и регионов и позволяет формировать долгосрочную стратегию развития региона на основе выработки экологически-обусловленных управленческих решений.

---

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Министерства культуры, образования, науки и спорта Монголии в рамках научного проекта №19-510-44011 Монг\_т «Развитие концепции органического сельского хозяйства на основе прогрессивных методов и технологий».

Согласно данным, в 2018 году в мире продажи органических продуктов питания превысили отметку в 100 миллиардов долларов США. При этом общая площадь органических земель превысила 70 миллионов гектаров. В общей площади сельскохозяйственных земель органическими являются 1,5 процента. Прирост за 2018 год составил 2,9% (или 2,02 млн га), в том числе в Европе — 8,7% (дополнительно 1,25 млн га) и в Азии — 8,9% (на 0,54 млн га) [1].

Развитие принципов устойчивого развития органического производства привело к тому, что, по данным за 2018 г., количество производителей органической продукции увеличилось до 2,8 млн., а продажи органических продуктов питания и напитков достигли более 95 млрд евро [2].

При этом, как показывают исследования, 47% мировых производителей органической продукции находятся в Азии, на втором месте Африка — 28%, затем Европа — 15% и Латинская Америка — 8%. До настоящего времени крупнейшими рынками органики являются США с оборотом 40,6 млрд евро, Германия — 10,9 млрд евро и Франция — 9,1 млрд евро. Следует отметить, что первой страной, которая достигла самого высокого показателя доли рынка органической продукции, была Дания (11,5%), в которой, как и в Швейцарии, был зарегистрирован самый высокий показатель потребления органики на душу населения — 312 евро в 2018 году. Интенсивно наращивает потребление Европейский союз, занимая 38,5% рынка органических продуктов (на уровне 37,3 млрд евро), и Китай — 8,3% (8,1 млрд евро) [1].

Преимуществами технологий органического животноводства является их ориентированность на снижение технологического и антропогенного воздействия аграрного производства на экосистемы. Это позволяет оптимально использовать земельные и водные ресурсы с учетом имеющихся биогенных и биогеохимических циклов и энергопотоков.

Соответственно, разработка научных основ и практических прогрессивных методов и биотехнологий для органического животноводства является приоритетным направлением устойчивого развития и сохранения уникального экологического статуса региона Большого Алтая. Ввиду того, что рынок производства органики является востребованным, у России и Монголии имеются все возможности, чтобы активно подключиться к этому процессу, что и обуславливает актуальность данной работы.

## Результаты

Выделим ключевые аспекты разработки научных рекомендаций: во-первых, определение основных направлений трансформации (перехода) традиционного сельскохозяйственного производства в органическое, которое должно проводиться отдельно по отраслям, территориям и т.д.; во-вторых, межстрановое (Россия–Монголия) сравнение правовой базы в области органического животноводства. При этом необходимо выявить принципиальные различия в законодательстве двух стран в области органического животноводства и рекомендовать возможные пути разрешения

разногласий. Не менее актуальным является анализ состояния и регулирования рынков органической продукции России и Монголии, технологий переработки и путей реализации для выявления наиболее востребованной органической животноводческой продукции. И наконец, определение основных механизмов и направлений разработки и внедрения биоинтенсивных технологий органического животноводства в России и Монголии.

Одним их основных направлений разработки и внедрения биоинтенсивных технологий в органическом животноводстве, по нашему мнению, является селекционно-племенная работа, которая включает определение пород, адаптированных к местным условиям и пригодных для органического животноводства, изучение потенциала их продуктивности и эффективности в скрещиваниях с местным скотом, имеющим хороший иммунитет.

При проведении селекционно-племенной работы следует использовать потенциал высокопродуктивных пород, рекомендованных зарубежными и отечественными производителями для органического животноводства, например: молочный крупный рогатый скот — джерсейская порода; мясной крупный рогатый скот — герефордская, абердин-ангусская породы; овцы — горноалтайская и романовская породы, дорсет, и другие.

Вместе с тем следует использовать генетический потенциал животных с хорошим иммунитетом и одновременно неприхотливых к условиям кормления и содержания: бестужевскую породу, красную степную, англескую породы крупного рогатого скота; лимузинскую и казахскую белоголовую породы мясного направления продуктивности; эдильбаевскую породу овец и др.

Указанные породы можно использовать в чистопородном виде при условии их адаптации к местным условиям, а также для улучшения продуктивности местного аборигенного скота, имеющего невысокую продуктивность, но обладающего исключительным иммунитетом и приспособленностью к условиям кормления и содержания — бурятская порода, монгольская корова, яки (сарлыки) и их помесей в первом поколении с крупным рогатым скотом (хайнак), монгольские и алтайские лошади и овцы.

Важными элементами племенного потенциала для развития органического животноводства являются породный состав скота в регионе и кормовые условия.

Монголия значительно превосходит Алтайский край по поголовью скота (рисунок 1).

По данным Министерства сельского хозяйства Алтайского края, поголовье крупного рогатого скота (КРС) на 1 ноября 2020 года составило 697,3 тыс. голов, в том числе коров — 292,6 тыс. голов.

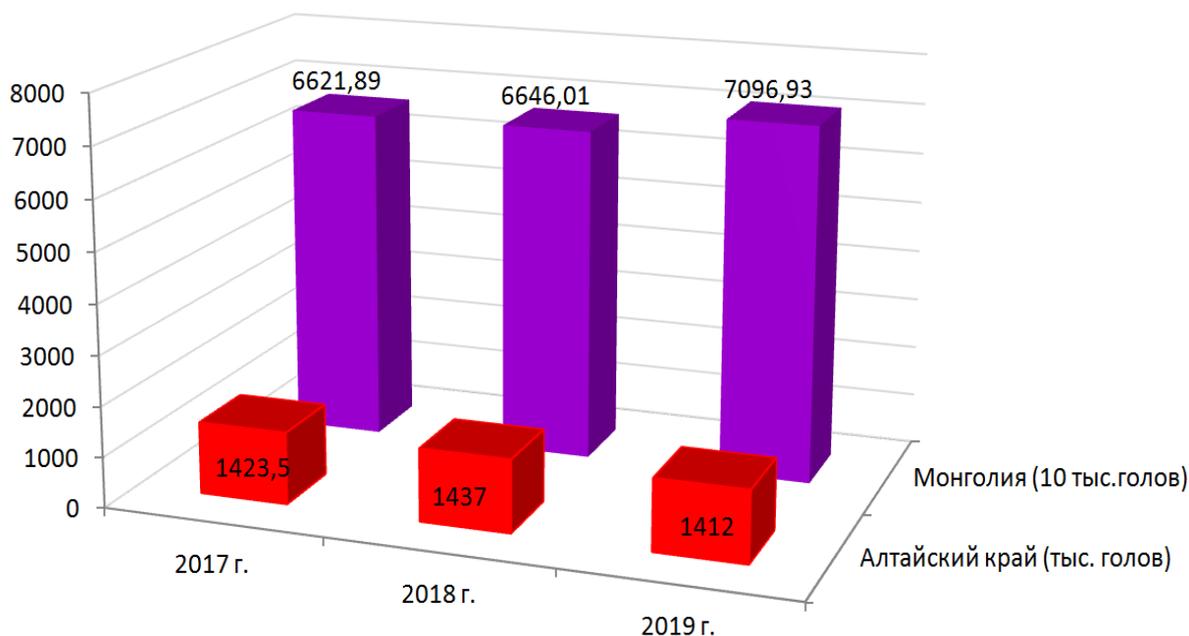


Рисунок 1. поголовье скота  
Figure 1. Number of cattle

В соответствии с международными требованиями (IFOAM) [2,3] в органическом животноводстве следует использовать породы животных с хорошим иммунитетом и высокими приспособительными качествами, которые при этом обладают достаточно высокой продуктивностью, например, такие породы крупного рогатого скота, как джерсейская, симментальская, айрширская.

В настоящее время в Алтайском крае районированы следующие породы крупного рогатого скота молочного направления продуктивности: черно-пестрая (с приобским типом; распространена в 25 районах края; доля поголовья дойного стада составляет 34,1%); красная степная (с кулундинским типом; разводится в 16 районах с долей 22,4%); симментальская порода молочно-мясного типа (разводится в 43 степных, предгорных и горный районах края; ее доля составляет 37,2% дойного стада); красно-пестрая (разводят в 2 районах; доля составляет 6,3% молочного скота); айрширская (менее 1%).

Основную часть мясного скота в Алтайском крае составляет герефордская порода — 64,6%, на казахскую белоголовую приходится 23,1%, на абердин-ангусскую — 11,4% и галловейская порода составляет 0,9%.

На начало 2020 года во всех категориях хозяйств в Алтайском крае имелось 48,7 тыс. голов овец и коз, включающих кулундинскую тонкорунную породу, западносибирскую мясную полутонкорунную, эдильбаевскую породу, а также местные аборигенные не улучшенные овцы. Кроме того, в крае имеется 441,2 голов свиней, большую часть которых составляют крупная белая порода, ландрас, дюрюк и алтайская мясная породы. Основную часть лошадей составляют орловская рысистая и новоалтайская породы — их поголовье в крае насчитывает 56 тыс. голов, в т.ч. мясных табунных лошадей 19308 голов.

В Монголии 75% всей производимой сельскохозяйственной продукции дает животноводство. При этом основную часть поголовья составляют овцы — 52%, поголовье коз — 25%, на третьем месте находятся лошади — 11%. Поголовье КРС составляет 8,3% и верблюдов — 3,7% [4,5]. По данным 2018 года: поголовье молочного крупного рогатого скота составило 92 776 голов, от которых было получено 53 108 тыс. л молока; 30 633 голов мясного скота, от которого получено 1659 т мяса; шерстных овец — 2 103 634 голов, обеспечивших 10 107 т мяса и 10 107 т шерсти; 230 201 голов молочных коз, давших 853 т мяса и 15718 тыс. т молока.

В России приходится 0,13 голов на 1 га сельскохозяйственных угодий, тогда как в Монголии — 0,62 голов (в пересчете на условную голову).

Организация воспроизводства включает систему мероприятий по осеменению, ведению животных во время беременности (стельности, суягности, жеребости и т.д.), послеродовому обслуживанию животных, а также мероприятия по организации родовспоможения, выращиванию молодняка и выбраковке.

Еще одно направление разработки и внедрения органических технологий — определение оптимальных зоогигиенических параметров содержания, режимов доения и использования пастбищ в соответствии с требованиями законодательства двух стран и согласно мировым стандартам.

Совершенствование условий содержания включает в себя технологии в следующих направлениях: обоснование правил размещения, содержания и обращения с животными в соответствии с требованиями органического производства; построение системы воспроизводства на основе естественного оплодотворения; повышение выхода молодняка правильным выращиванием маток, послеродовым обслуживанием, профилактикой трудных родов, грамотным выращиванием молодняка; обоснование зон свободного выгула для содержания животных по органической технологии и обеспечение условий кормления, доения и других технологических операций в соответствии с принципами органического производства [6].

Для развития органического животноводства в Монголии и Алтайском крае имеются реальные экономические предпосылки: патриархальность и традиционность уклада в жизни и в сельскохозяйственном производстве; наличие больших неосвоенных территорий с миллионами гектаров дикой целины; более чем на 20 млн га в России длительное время не вносили агрохимикаты, поэтому эти площади могут быть введены в органическое сельхозпроизводство как органические сенокосы и пастбища; значительная численность незанятого трудоспособного населения и невысокие заработные платы (200-300 дол.) в агропромышленном секторе [7,8,9].

Ключевые вопросы при организации органического животноводства: компетентное формирование кормовой базы, эффективного кормоприготовления, способов обработки растительных ресурсов, допустимых

в органическом производстве. Данный комплекс вопросов включает следующие элементы:

- 1 — построение системы кормопроизводства с учетом «критических» периодов в течение года;
- 2 — технологию заготовки кормов;
- 3 — подбор кормовых смесей высокой питательности и урожайности в местных условиях;
- 4 — технологию консервирования кормов;
- 5 — поиск разрешенных способов обработки кормов для повышения их питательности (диспергирование, кавитация, осолаживание) [10];
- 6 — разработку и использование кормов, улучшающих иммунитет и физиологическое состояние животных — лечебного и профилактического действия (пробиотики и пребиотики);
- 7 — поиск новых кормов с высоким выходом растительной массы, кормовых добавок (хвойно-витаминная), минерально-витаминных добавок, фитоконцентратов на основе местного сырья [11].

Согласно исследованиям, Монголия и Алтайский край за период 2017-2019 годы наращивали объёмы производства кормов (рисунок 2). Несмотря на это Монголия до сих пор испытывает значительный дефицит кормовых ресурсов (рисунок 3).



Рисунок 2. Производство кормов стран Большого Алтая  
Figure 2. Feed production in the Greater Altai countries



Рисунок 3. Произведено кормов на 1 голову скота  
Figure 3. Produced feed per head of cattle

По данным Министерства сельского хозяйства, Алтайский край обеспечен кормами на 100%. Ввиду сложных климатических условий в последние годы в Монголии становится более актуальным импорт кормов из соседних регионов.

Основными методами органического кормопроизводства, основанными на принципах биологической синергии, являются:

- запрет на использование фунгицидов, гербицидов, искусственных удобрений, стимуляторов роста, синтетических аминокислот при выращивании сельхоз культур и производстве кормов;

- выпас животных и использование пастбищного содержания;
- использование животных и растительных отходов в качестве удобрений;
- формирование севооборотов для восстановления почвы и применение биологических способов защиты растений;
- использование замкнутого цикла «земледелие — скотоводство» (растениеводство — корма, скотоводство — удобрения).

Обеспеченность наукоемкими технологиями в органическом кормопроизводстве представлена в настоящее время следующими компаниями (таблица 1)

*Таблица 1. Биотехнологические компании, представленные на рынке края*  
*Table 1. Biotechnological companies on the regional market*

Группы препаратов	Компании
Биологические средства защиты растений и симуляторы роста	ООО «Органик Лайн», ООО «Экобиотехнология», ГК «Бионоватик», ООО «Бийский химический завод»
Биологические и органические удобрения, переработка отходов	ООО «Биотехагро», ООО «Квант», НПК «БиоСфера», ООО «Кубанский агробиокомплекс», ООО «БИО гранула», ООО «ВитаЛиква»
Энтомофаги	ГК «Бионоватик», ООО «НПП Инаппен», ООО «Невидимые друзья», ООО «Биолайн»
Биологические кормовые добавки и пробиотики	ООО «Биотехнология», ООО «Биотехагро»

Рекомендации по ветеринарному сопровождению животных необходимо разрабатывать в соответствии с требованиями отечественного и мирового законодательства в области органического животноводства. При этом необходимо учитывать, что отдельные ветеринарные препараты могут быть разрешены органической сертификацией в одном государстве и запрещены или ограничены в другом.

Ветеринарное сопровождение включает в себя: профилактику заболеваний; определение списка разрешенных иммунобиологических лекарственных препаратов; обобщение литературы и практического опыта в области определения эффективности фитотерапевтических, гомеопатических препаратов и иных лечебных продукты в соответствии с требованиями органического животноводства.

## Выводы

Определение средств производства, разрешенных для органического животноводства, позволяет оптимизировать затраты, выявить резервы снижения себестоимости, повышения уровня рентабельности и эффективного использования экономического потенциала региона (трудовых ресурсов, средств производства, земельных ресурсов и т.д.).

Таким образом, разработка научных рекомендаций и предложений по внедрению биоинтенсивных технологий производства органической продукции

животноводства должна осуществляться в тандеме правового, технологического и информационного взаимодействия двух стран.

## References

1. Wilier H. et all. The World of Organic Agriculture Statistics and Emerging Trends 2020 / H. Wilier, B. Schlatter, J. Travnicek, L. Kemper, J. Lernoud. Research Institute of Organic Agriculture FiBL IFOAM — Organics International, 2020 // <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/5011-organic-world-2020.pdf>
2. Ezhegodnyj konsolidirovannyj otchet IFOAM — 2017 // <https://ifoam.bio/> (data obrashcheniya 18.03.2021).
3. Normativnye trebovaniya IFOAM dlya sistemy organicheskogo proizvodstva i pererabotki // <https://rosorganic.ru/files/ifoam.pdf>
4. Пүрэв Б., Бакей А. Хөдөө аж ахуйн тогтвортой хөгжлийн шинжлэх ухааны үндэслэл, 2020 // <https://www.facebook.com/pg/caeid.muls/posts/> (data obrashcheniya 27.03.2021)
5. Нар А. Хөдөө аж ахуйн тогтвортой хөгжлийн шинжлэх ухааны үндэслэл, төслийн тайлан, 2019 // <https://www.facebook.com/caeid.muls/posts/> (data obrashcheniya 27.03.2021)
6. GOST 33980-2016 Produkciya organicheskogo proizvodstva. Pravila proizvodstva, pererabotki, markirovki i realizacii». Mezghosudarstvennyj standart. M.: Standartinform, 2016. 42 s.
7. Rejting municipal'nyh obrazovaniy po urovnyu srednej zarabotnoj platy rabotnikov sel'skohozyajstvennyh organizacij (KFH, IP) za 9 mesyacev 2020 g // [https://altagro22.ru/documents/docs/?ELEMENT\\_ID=65810](https://altagro22.ru/documents/docs/?ELEMENT_ID=65810)
8. Otchet o realizacii meropriyatij Gosudarstvennoj programmy Altajskogo kraja «Kompleksnoe razvitie sel'skih territorij Altajskogo kraja» za 9 mesyacev 2020 goda // <https://altagro22.ru/activity/analytics/otchet-o-realizatsii-meropriyatij-gosudarstvennoy-programmy-altayskogo-kraja-kompleksnoe-razvitie-se/>
9. Monitoring razvitiya sel'skogo hozyajstva Altajskogo kraja (za yanvar'-oktyabr' 2020 goda)// <https://altagro22.ru/activity/analytics/monitoring-razvitiya-selskogo-khozyaystva-altayskogo-kraja-za-yanvar-oktyabr-2020-goda/> (data obrashcheniya 27.03.2021)
10. Buckih O.A. Vliyanie obrabotki koncentrirovannyh kormov UPK-50 na molochnyuyu produktivnost' korov / O.A. Buckih, // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. №7 (177). S. 74-79.
11. Gorshkov V.V. Prirodnye komponenty — istochniki energii, vitaminov I mineralov // Zivotnovodstvo Rossii. 2018. №11. S. 47-48.

Для цитирования: Удвал Г., Сангажав Д., Алтанцэцэг Л., Уранхайч Ч. Кормовые ресурсы и питательности кормов животноводства Монголии // [Электронный ресурс]

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/2\\_7.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/2_7.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.015

УДК 338.36 ; 636.085

JEL Classification: F15, L23, M15

## ЖИВОТНОВОДСТВО МОНГОЛИИ: КОРМОВЫЕ РЕСУРСЫ И ПИТАТЕЛЬНОСТЬ КОРМОВ\*

Г. Удвал<sup>1</sup>, Д. Сангажав<sup>1</sup>, Л. Алтанцэцэг<sup>1</sup>, Ч. Уранхайч<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Научно-исследовательский институт животноводства Монголии, г. Улан-Батор, Монголия  
E-mail: udangaus@gmail.com

### Состояние вопроса

Животноводство занимает особое место в экономике Монголии, обеспечивая более 14% ее ВВП. В настоящее время животноводство — одна из основных отраслей экономики Монголии — является основным источником дохода для более чем 40% населения страны. За последние три года наблюдается положительная динамика роста поголовья животных (таблица 1).

Таблица 1. Поголовье скота, млн. голов. за 2017-2019 гг.  
Table 1. Livestock, million heads. for 2017-2019

№	Виды скот	годы		
		2017	2018	2019
1.	Лошади	3.939.813	3.940.1	4.214.818
2.	КРС	4.388.455	4.380.8	4.753.192
3.	Овцы	30.109.888	30.554.8	32.267.265
4.	Козы	27.346.707	27.124.661	29.261.661
5.	Верблюды	434.096	459.702	472.379
6.	<b>Всего</b>	<b>66.218.969</b>	<b>66.460.180</b>	<b>70.969.315</b>

Животноводство занимает центральное место в развитии продовольственных систем и отличается особой динамичностью и комплексным характером, оказывая прямое влияние на такие аспекты, как: землепользование, спрос на животные корма, рыночная концентрация в цепях сельскохозяйственного товарооборота, интенсификация производства на уровне сельскохозяйственных предприятий, доход фермеров, а также питание и здоровье.

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Министерства культуры, образования, науки и спорта Монголии в рамках научного проекта №19-510-44011 Монг\_т «Развитие концепции органического сельского хозяйства на основе прогрессивных методов и технологий» // ШуГх(ОХУ)-2019/02, «Разработка концепции развития органического сельского хозяйства на основе передовых методов и технологий», Монголо-Российский совместный проект, Научно-технологический фонд Монголии.

Для обеспечения населения, живущего в густонаселенных центрах страны, высококачественными и здоровыми продуктами питания рекомендуется развивать интенсивное животноводческое хозяйство и наращивать производство кормов с учетом их питательных качеств, улучшающих товарность скота.

Для снижения рисков, обусловленных природно-климатическими факторами (опустынивание, засухи), в пастбищном животноводстве Монголии необходимо обеспечить животных достаточными запасами кормов в зимне-весенний период. Динамика изменений посевных площадей под кормовые культуры и поголовья скота в Монголии в 1960-2016 гг. представлена на рисунке 1.

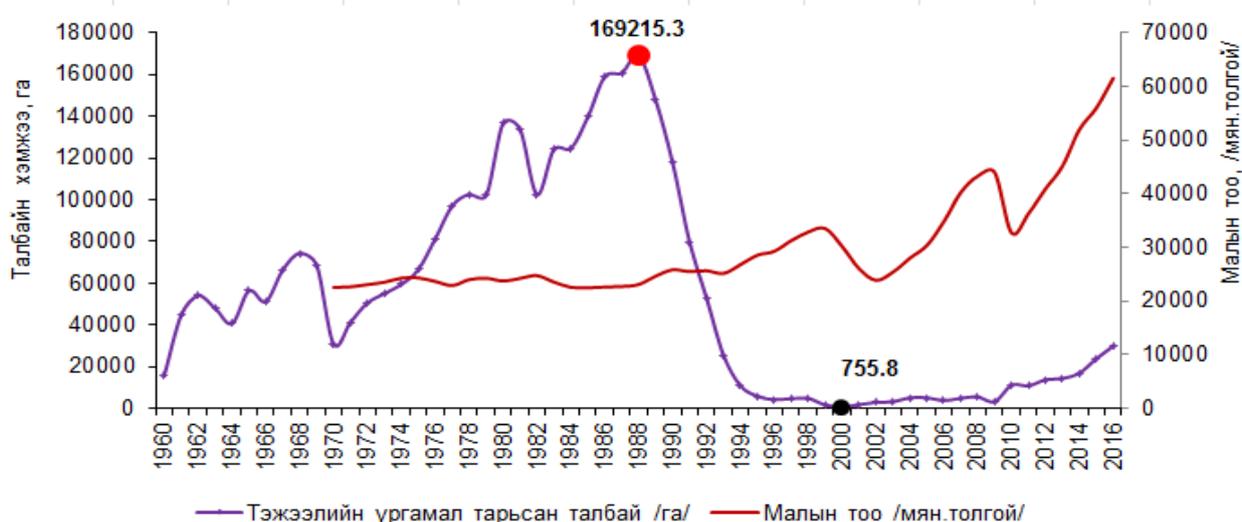


Рисунок 1. Динамика изменения посевных площадей под кормовые культуры (фиолетовый, га) и рост поголовья скота в Монголии в 1960-2016 гг. (красным; поголовье)  
Figure 1. Dynamics of change in acreage for fodder crops (purple, ha) and growth in livestock in Mongolia in 1960-2016 (red; livestock)

Площадь посевов кормовых культур значительно уменьшилась за переходный период: в 1988 году кормовыми культурами были заняты 169 215,3 га, а в 2000 году — только 755,8 га, уменьшившись за 12 лет в 224 раза. Однако в последнее время наблюдается тенденция роста посевных площадей под кормовые культуры, что связано с развитием интенсивного животноводства в центральных регионах Монголии. Так, к 2016 году площадь посевов кормовых культур увечилась в 15 раз по сравнению с 2000 годом. Это связано с тем, что обеспечение животных кормами становится все более актуальным.

Кормопроизводство Монголии изначально было традиционной отраслью. Большая часть кормов заготавливалась в лесостепи, высокогорных и степных районах. Во время максимального кормового производства (1987 г.) на 160,0 тыс. га посевных площадей было заготовлено более 600,0 тыс. т кормовых культур. На сегодняшний день посевные площади кормовых культур в

Монголии сократился в пять раз, при этом урожай — в 10 (посажены около 30,0 тыс. га; урожай на них составил около 45,0 тыс.т).

Для повышения продуктивности животноводства и увеличения экспорта животноводческой продукции важным условием является улучшение кормовых качеств. Задачи по увеличению внутреннего кормопроизводства и улучшению питательности кормов включены в программные документы, такие, как: «Государственная политика в области продовольствия и сельского хозяйства» (2015-2025 годы) и Программа «Монгольское животноводство» (2010-2021 годы). Комплексные меры по поддержке внутреннего кормопроизводства включены в план действий правительственной программы Монголии на 2020-2024 годы.

## Результаты

В таблице 2 показано количество собранных кормовых культур по видам за период с 2017 по 2019 г.

*Таблица 2. Урожай кормовых культур 2017-2019 гг., тыс. т*  
*Table 2. Forage crops harvest 2017-2019, thousand tons*

Вид	2017	2018	2019
Кормовые культуры	47,894.89	123,839.9	121,117.2
Зеленые корма	28,276.14	103,689.7	85,182.5
Многолетние культуры	9,576.41	11,840.9	11,658.3
Силосные культуры	2,654.82	6,599.3	21,735
Другие культуры	7,387.52	1,710.1	2,541.5
<b>Всего</b>	<b>13,784</b>	<b>14,390</b>	<b>16,976</b>

Как видно из таблицы 2, сбор силосных культур резко увеличивается. Эта тенденция связана с интенсивным развитием высокопроизводительных животных мясного и молочного направления: в 2019 году поголовье молочного стада КРС увеличилось на 25 000 голов по сравнению с предыдущим годом. Также поголовье КРС мясного направления увеличилось на 10 000 голов за этот же период.

В таблице 3 показана площадь, занятая кормовыми культурами в разрезе регионов Монголии за период 2018-2020 гг.

*Таблица 3. Площадь, занятая под кормовые культуры в разрезе регионов за 2018-2020 гг., тыс.га*  
*Table 3. Area occupied by fodder crops by region 2018-2020., thousand hectares*

Регионы	2018	2019	2020
Западный регион	5,164.5	5,945.2	5,945.2
Хангайский регион	5,333	4,936.6	4,936.6
Центральный регион	28,786.5	24,531.9	24,531.9
Восточный регион	6,684	7,884.1	7,884.1
Окрестность Улаанбаатара	340.9	501.3	501.3
<b>Всего</b>	<b>46,308.9</b>	<b>43,799.1</b>	<b>43,799.1</b>

Из таблицы 3 видно, что половина посевных площадей, занятых кормовыми культурами, приходится на Центральный регион Монголии, где интенсивно развиваются земледелие и животноводство.

**Таблица 4. Кормопроизводство 2015-2019, тыс.т**  
**Table 4. Feed production 2015-2019, thousand tons**

Виды кормов	Годы				
	2015	2016	2017	2018	2019
Сено	1028.7	1100.0	935.7	1162.1	1235.0
Зеленые корма	-	-	-	113.4	124.2
Солома	39.9	38.1	15.2	16.6	10.1
Силос	1.6	7.9	0.9	10.8	15.2
Минералы	61.3	-	105.8	107.6	104.9
Комбикорма	101.6	106.6	34.3	42.3	49.2

Подготовка силоса и сена соответственно увеличивается с каждым годом. Также увеличивается производство зеленых кормов, что связано с развитием молочных хозяйств в некоторых регионах Монголии.

**Таблица 5. Питательность 1 кг кормов**  
**Table 5. Nutritional value of 1 kg of feed**

№	виды кормов	энергетическая ценность, МДж	переваримый протеин, гр
1	Сено	6.68	8.2
2	Комбикорма	8.50	117.0
3	Зеленые корма	8.45	65.0
4	Отруби	8.32	93.0
5	Силос	4.0	15.0
6	Солома	5.89	9.5

Комбикорма, зеленые корма и отруби содержат соответственно высокое количество обменной энергии и переваримого протеина.

**Таблица 6. Кормовой баланс по экономическим зонам в летне-осенний период**  
**Table 6. Feed balance by economic zones in the summer-autumn period**

Экономические зоны	Показатели корма	Кормовые ресурсы	Потребности в корме	Баланс	Баланс, %
западная	О.Э., тыс.МДж	47,952,960.0	44,051,604.3	3,901,355.7	108.9
	П.П, тн	315,617.7	370,341.3	-54,723.7	85.2
хангайская	О.Э., тыс.МДж	39,341,680.0	80,994,390.6	-41,652,710.6	48.6
	П.П, тн	185,467.9	681,936.7	-496,468.7	27.2
центральная	О.Э., тыс.МДж	58,115,512.0	51,984,411.8	6,131,100.2	111.8
	П.П, тн	303,511.3	445,025.9	-141,514.7	68.2
восточная	О.Э., тыс.МДж	53,616,912.0	39,436,318.5	14,180,593.5	136.0
	П.П, тн	289,110.8	336,577.2	-47,466.4	85.9
Улан-Батор	О.Э., тыс.МДж	426,624.0	2,285,568.8	-1,858,944.8	18.7
	П.П, тн	2,133.1	19,194.9	-17,061.8	11.1
<b>Итого</b>	<b>О.Э., тыс.МДж</b>	<b>199,453,688.0</b>	<b>218,752,294.1</b>	<b>-19,298,606.1</b>	<b>91.2</b>
	<b>П.П, тн</b>	<b>1,095,840.8</b>	<b>1,853,076.1</b>	<b>-757,235.3</b>	<b>59.1</b>

Из таблицы 6 видно, что содержание обменной энергии кормовых ресурсов Центральной зоны и окрестностей Улан-Батора высокое по сравнению с другими экономическими зонами. При этом, высокая потребность в кормовых ресурсах наблюдается в западной зоне и окрестностях Улан-Батора. Это свидетельствует о том, что центральный регион и окрестности Улан-Батора имеют самые большие кормовые ресурсы. В целом можно сказать, что содержание переваримого протеина недостаточное во всех зонах Монголии.

*Таблица 7. Кормовой баланс по экономическим зонам Монголии в зимне-весенний период*

*Table 7. Feed balance by economic zones of Mongolia in the winter-spring period*

Экономические зоны	Показатели корма	Кормовые ресурсы	Потребности в корме	Баланс	Баланс, %
западная	О.Э., тыс.МДж	24,338,064.1	53,395,884.0	-29,057,819.9	45.6
	П.П, т	80,711.5	448,898.6	-368,187.1	18.0
хангайская	О.Э., тыс.МДж	15,208,696.9	96,029,277.5	-80,820,580.6	15.8
	П.П, т	87,044.5	808,523.7	-721,479.2	10.8
центральная	О.Э., тыс.МДж	20,410,523.5	50,596,863.9	-30,186,340.4	40.3
	П.П, т	144,761.0	432,009.2	-287,248.2	33.5
восточная	О.Э., тыс.МДж	27,987,389.0	46,002,369.4	-18,014,980.3	60.8
	П.П, т	77,503.6	392,632.2	-315,128.5	19.7
Улан-Батора	О.Э., тыс.МДж	559,346.1	2,650,718.9	-2,091,372.8	21.1
	П.П, т	4,319.8	22,261.6	-17,941.8	19.4
<b>Итого</b>	<b>О.Э., тыс.МДж</b>	<b>88,504,019.5</b>	<b>248,675,113.6</b>	<b>-160,171,094.1</b>	<b>35.6</b>
	<b>П.П, т</b>	<b>394,340.4</b>	<b>2,104,325.2</b>	<b>-1,709,984.9</b>	<b>18.7</b>

Наблюдается низкое содержание переваримого протеина, а также обменной энергии в зимне-весенний период во всех зонах Монголии.

Потребность в кормах в Монголии составляет: для молочного скотоводства — 66,9 тыс. т, мясомолочного скотоводства — 7,6 тыс. т, мясного скотоводства — 22,5 тыс. т, интенсивного овцеводства — 23,6 тыс. т, свиней и птицефабрик — 66,9 тыс. т. Всего потребность оценивается в 187 400 тонн кормов для поддержания интенсивного животноводства.

*Таблица 8. Производственные показатели и расположение посева и производства кормовых культур в Монголии*

*Table 8. Production indicators and location of sowing and production of forage crops in Mongolia*

Типы растения	Виды культур	Расположение	Площадь посевов, га
Зеленые кормовые растения	овес, ячмень, рожь, альпийские травы и их смеси	Дархан-Уул и другие 20 аймаков, Улан-батор	5533
Многолетние кормовые растения	Кормовые многолетники: в основном люцерна, костер безостый и клевер	14 аймаков	1671
Силосные культуры	кукуруза и подсолнечник	8 аймаков	214
Другие кормовые растения	горох, соя, рапс, и горчица	7 аймаков и Улан-батор	4320

Самые обильные урожаи кормовых культур — в районах Селенге и Тув аймаках, а также в Улан-Баторе. В этих трех местах заготавливается 50% зеленого корма и 90% силосных культуры Монголии.

### **Выводы**

1. Несоответствие численности поголовья скота объёмам и состоянию пастбищ и подготовки кормов оказывают отрицательное воздействие на развитие животноводства в Монголии.

2. Ожидается увеличение поголовья скота примерно на 10% в год, при этом потребления сена — на 20%, зеленых кормов — на 10-15% и отрубей — на 15-20%.

3. Необходимо создать региональный кормокомбинат по производству кормов в соответствии с региональными особенностями и потребностями.

4. За последние годы увеличился сбор силосных культур. Эта тенденция связана с интенсивным ростом поголовья высокопроизводительных животных мясного и молочного направления.

### **Список литературы**

1. Бакей А., Пүрэв Б. Экономические вопросы для соответствия поголовья скота с потенциальной нагрузкой пастбищ // Конференция «Правовая среда для использования и защиты пастбищ», Министерство сельского хозяйства и пищевой промышленности, 2019.
2. Удвал Г., Батхишиг И., Нэргүй З., Амаржаргал Д., Наранцэцэг Н. Нынешнее состояние и проблемы кормопроизводства Монголии // Аграрная наука — сельскохозяйственному производству Сибири, Казахстана, Монголии, Беларуси и Болгарии. Сборник материалов. Улаанбаатар 2018. С. 31-36
3. Төгс-Эрдэнэ Б. Потребности, ресурсы и предложение кормов Монголии : магистерская дипломная работа. Улаанбаатар 2020. С. 54-57
4. Цэрэндулам Р., Корм для животных в Монгольском. Улан-Батор, 2011 Мөнхийн үсэг ХХК, ISBN:99929-1-076-1. Х.45
5. Единая методика расчета продуктивности пастбищ // Министерство продовольствия, сельского хозяйства и легкой промышленности, Министерство природы, окружающей среды и туризма и Национальное статистическое управление. Улан-Батор. 2019. Х.9; 11
6. [https://www.1212.mn/Stat.aspx?LIST\\_ID=976\\_L10\\_2&type=tables](https://www.1212.mn/Stat.aspx?LIST_ID=976_L10_2&type=tables)

### III. ТЕХНОЛОГИИ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

*For citation:* Bakhrunov K.K., Lygdenov B.D., Zheng Quan. Comprehensive analysis and application of original gas medium of protective diffusion coating //

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/3\\_1.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/3_1.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.016

UDK 669.017.3

#### COMPREHENSIVE ANALYSIS AND APPLICATION OF ORIGINAL GAS MEDIUM OF PROTECTIVE DIFFUSION COATING

*K.K. Bakhrunov<sup>1</sup>, B.D. Lygdenov<sup>1,2</sup>, Zheng Quan<sup>2,3</sup>*

1 East-Siberian State University of Technology and Management, Ulan-Ude, Russia

2 Wuhan Textile University, Wuhan, China

3 Altai State Technical University, Barnaul, Russia

如果不使用可靠的计算方法和理论方法, 就不可能创建新的涂层及其相应的生产工艺 [1]. 在表面上获得的化合物及其形成速率取决于饱和介质和受保护合金的组成, 温度和持续时间 [2-4]. 确定技术参数与所得涂层结构之间确切的定量关系对于预测零件的操作性能, 选择所需的技术模式以及创建化学热循环控制系统非常重要.

根据问题的目的, 模型可以描述获得涂层的整个技术周期或其各个阶段. CTE 最常用的热力学计算方法包括:

1. 在产生的气态环境中选择合理的化合物源, 以提供给定成分的涂层.
2. 选择在气态介质和饱和表面上可能发生的化学反应.
3. 计算气态介质的平衡组成-扩散元素的来源.
4. 通过计算热力学方法揭示主要的化学反应.

在早期应用热力学平衡定律时, 其计算得到了极大的简化. 在大多数工作中, 为了确定涂层的沉积参数, 使用了基于吉布斯能量符号确定的化学反应发生概率的热力学计算. 该方法确定热力学平衡的温度以进行反应的可能性. 在这种情况下, 有必要考虑所有存在的组分之间的所有可能的反应; 此外, 还要为每个反应计算吉布斯能量.

多组分涂料的扩散饱和度主要与大量可变参数有关 [5-7]. 如果有一个反映循环过程的所有条件和模式的过程模型, 就可以不求助于实验值而确定其最佳值. 热力学分析首先从可能的一组物质对象中识别系统和环境, 即系统包括一个或多个需要详细研究的对象, 而其他对象则与环境有关. 在这种情况下, 热力学系统是设备的工作空间, 扩散元素的来源, 饱和介质和零件都放置在这里.

在这项工作中, 在 TERRA 程序中, 在找到系统的最大熵的基础上, 进行了多组分异构系统中平衡特性的热力学计算. 该方法包括在系统与外部环境共轭

的各种条件下, 对多组分异质系统中的平衡特性进行热力学计算, 以确定平衡组成, 这涉及在给定的化学物质质量值下搜索最大熵  $M_j$  元素和系统内部总能量  $U_n$  和体积  $V$  的值, 受串联边界条件的影响, 这使得可以用卤素构造平衡图的高温等温截面, 这对于理论预测是必不可少的初始气体混合物, 例如, 通过循环法对合金进行渗铝时 [8-10].

## 研究方法

寻找一种合理的工作气体介质来源被认为是最方便的, 因为它首先确保了所获得涂层的同时饱和度和质量 [11]. 在铝化过程中使用气态介质  $AlCl_3$ ,  $NiCl_2$ ,  $NH_4Cl$ ,  $AlCl_3 + NH_4Cl$ ,  $NiCl_2 + NH_4Cl$  的成分表明,  $AlCl_3$ ,  $NH_4Cl$ ,  $NiCl_2 + NH_4Cl$ ,  $AlCl_3 + NH_4Cl$  的饱和度极不理想, 因为这会导致额外的饱和度, 有时会导致有害化合物涂层结构的形成, 导致快速破坏. 形成的原因与扩散饱和过程中涂层的形成机理和副化学反应的形成有关. 在  $AlCl_3$  源中, 在饱和过程中以及与  $Al_2O_3$  亲和时都形成了许多化合物, 它们以白色粉末的形式少量沉淀在装置的寒冷场所, 而  $NH_4Cl$  就是这种情况. 观察到氮化钛和细微晶体颗粒的形成  $Al_2O_3$ ,  $AlN$ ,  $CrN$ ,  $Cr_2N$ .

在化学热处理过程中选择工作气体介质的成分, 可以激活并改善扩散层的质量, 因此, 有助于消除结构缺陷并获得不劣于涂层的性能应用的流程.

该工作的主要目的是选择一种气态介质源 ( $Cl_2$ ,  $I_2$ ,  $NiCl_2$ ,  $AlCl_3$ ,  $NH_4Cl$ ), 该介质必须满足以下要求:

- 形成氯化铝和铬的能力, 并且对环境的影响较小;
- 减少 ZhS6U 合金表层合金元素 ( $Mo$ ,  $Nb$ ,  $W$ ,  $Ti$ ,  $C$ ) 的可能性, 从而降低涂层的耐热性;
- 排除氮饱和, 在气态环境中提供最小量的氧气和水分, 以防止在涂层中形成降低耐热性的  $Al_2O_3$  颗粒和其他脆性化合物.

为了进行计算, 使用了以下初始工艺参数: 温度- $T$ , 压力- $P$ , 初始氯素源的质量- $NiCl_2$  的量为  $0.2 \text{ mol}$ , 合金的质量为  $100 \text{ g}$ , +饱和元素.

所得化合物的平衡浓度示于表 1-2.

## 研究成果

从进行的分析 ( $Cl_2$ ,  $I_2$ ,  $NiCl_2$ ) 中发现, 使用碘, 氯和氯化镍可以从合金表面完全去除钛和碳; 合金中钼, 铌和钨的含量几乎保持不变. 使用碘 ( $I_2$ ) 可以观察到最大量的碘化物, 但是它是一种强毒物, 并且不能去除水分 (因为  $T_m=180^\circ C$ ), 这与  $Cl_2$  相似. 氯化铵 ( $NH_4Cl$ ) 的使用导致在平衡介质中形成有害的氰化物 (例如氢氰酸- $HCN$ ), 并伴随着氮的表层饱和, 从而导致涂层变脆. 另外, 氯化铵不允许进行预退火以除去水分, 应当注意的是, 残余压力的降低导致氧化铝, 钛和碳的显着降低.

通过计算选择的氯化镍 (NiCl<sub>2</sub>) 可以从 ZhS6U 合金表面去除合金元素 (Ti, C), 这会降低耐热性, 此外, 它是气体环境中唯一可以在温度下初步去除水分的成分高于 475°C (在 175, 250, 500°C 退火).

表 1. 相互作用: a) -Cl<sub>2</sub>, b) -I<sub>2</sub>, 与 ZhS6U 合金的合金元素.  
初始平衡参数: 工作室中的残余压力  $P = 0.1 \text{ Mpa}$ , 扩散饱和温度  $T = 1273 \text{ K}$   
Table 1. Interaction: a) -Cl<sub>2</sub>, b) -I<sub>2</sub>, alloying elements with ZhS6U alloy.  
Initial equilibrium parameters: the residual pressure in the working chamber  $P = 0.1 \text{ MPa}$ , the diffusion saturation temperature  $T = 1273 \text{ K}$

使用 Cl <sub>2</sub> (Use Cl <sub>2</sub> )		使用 I <sub>2</sub>	
形成的化合物 平衡浓度 mol/kg The equilibrium concentration of the compound formed	MoCl <sub>4</sub> = $0,2764 \times 10^{-6}$ , Mo <sub>3</sub> C <sub>2</sub> (c) = 0,57907, MoCl <sub>3</sub> = $0,8036 \times 10^{-8}$	形成的化合物 平衡浓度 mol/kg The equilibrium concentration of the compound formed	MoI <sub>2</sub> = $0,2363 \times 10^{-9}$ , MoI <sub>3</sub> = $0,4528e \times 10^{-9}$
	WC(c) = 0,90654, WCl <sub>4</sub> = $0,9101 \times 10^{-9}$ , WCl <sub>3</sub> = $0,1435 \times 10^{-11}$		MoI <sub>4</sub> = $0,1162 \times 10^{-8}$ , Mo <sub>3</sub> C <sub>2</sub> (c) = 0,57907
	TiCl <sub>3</sub> = 0,23408, TiCl <sub>4</sub> = 0,99969, TiCl <sub>2</sub> = $0,1574 \times 10^{-4}$ , TiC(c) = 2,2457		TiI <sub>2</sub> = $0,1042 \times 10^{-6}$ , TiI <sub>3</sub> = 0,00654, TiI <sub>4</sub> = 0,31885, TiC(c) = 3,1541
	NbCl <sub>2</sub> = $0,3396 \times 10^{-5}$ , NbCl <sub>5</sub> = $0,5004 \times 10^{-9}$ , NbCl <sub>3</sub> = $0,3264 \times 10^{-7}$ , NbCl <sub>4</sub> = $0,1056e \times 10^{-6}$ , NbC(c) = 1,7939		WC(c) = 0,90654 I = 0,01264, I <sub>2</sub> = 0,00284 NbI <sub>5</sub> = $0,2840 \times 10^{-9}$ , NbC(c) = 1,7939

表 2. 相互作用: NiCl<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>Cl 与 ZhS6U 合金的合金元素.  
初始平衡参数: 工作室中的残余压力  $P = 0.1 \text{ Mpa}$ , 扩散饱和温度  $T = 1273 \text{ K}$   
Table 2. Interaction: NiCl<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>Cl and alloying elements of ZhS6U alloy.  
Initial equilibrium parameters: the residual pressure in the working chamber  $P = 0.1 \text{ MPa}$ , the diffusion saturation temperature  $T = 1273 \text{ K}$

使用 NiCl <sub>2</sub> (Use NiCl <sub>2</sub> )		使用 NH <sub>4</sub> Cl (Use NH <sub>4</sub> Cl)	
形成的化合物 平衡浓度 mol/kg The equilibrium concentration of the compound formed	MoCl <sub>3</sub> = $0,4396 \times 10^{-8}$ , MoCl <sub>4</sub> = $0,1512 \times 10^{-6}$	形成的化合物 平衡浓度 mol/kg The equilibrium concentration of the compound formed	CH <sub>3</sub> = $0,6359 \times 10^{-6}$ , CH <sub>4</sub> = 0,03697, C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> = $0,218 \times 10^{-5}$ , C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> = $0,465 \times 10^{-9}$ , C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> = $0,613 \times 10^{-5}$ , C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> = $0,24 \times 10^{-9}$ , C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> = $0,3 \times 10^{-6}$ , C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> = $0,71 \times 10^{-11}$ , C <sub>4</sub> H <sub>2</sub> = $0,26 \times 10^{-10}$
	WC(c) = 0,90654, WCl <sub>4</sub> = $0,4979 \times 10^{-9}$		CH <sub>2</sub> Cl = $0,36 \times 10^{-9}$ , CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> = $0,79 \times 10^{-10}$ , C <sub>2</sub> HCl = $0,135 \times 10^{-9}$ , C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Cl = $0,286 \times 10^{-9}$ , CH <sub>3</sub> Cl = $0,233 \times 10^{-9}$
	NbCl <sub>3</sub> = $0,1786 \times 10^{-7}$ , NbCl <sub>4</sub> = $0,5779 \times 10^{-7}$ , NbCl <sub>5</sub> = $0,2737 \times 10^{-9}$ , NbC(c) = 1,7939, NbCl <sub>2</sub> = $0,1858e \times 10^{-5}$		WCl <sub>3</sub> = $0,2505 \times 10^{-11}$ ,
	TiC(c) = 2,8045, TiCl <sub>2</sub> = $0,8614 \times 10^{-5}$ , TiCl <sub>3</sub> = 0,12806, TiCl <sub>4</sub> = 0,5469		
	Mo <sub>3</sub> C <sub>2</sub> (c) = 0,57907		

使用NiCl<sub>2</sub> (Use NiCl<sub>2</sub>)

使用NH<sub>4</sub>Cl (Use NH<sub>4</sub>Cl)

WCl<sub>4</sub> = 0,1052×10<sup>-8</sup>,  
WC(c) = 0,90654

C<sub>5</sub>HN = 0,108 ×10<sup>-10</sup>,  
C<sub>3</sub>HN = 0,147×10<sup>-8</sup>

C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>Cl = 0,17 ×10<sup>-9</sup>,  
CH<sub>3</sub>Cl = 0,233 ×10<sup>-5</sup>,  
ClCN = 0,42 ×10<sup>-9</sup>

NbI<sub>5</sub> = 0,2840 ×10<sup>-9</sup>,  
NbC(c) = 1,7939

HCN = 0,7713×10<sup>-4</sup>,  
HNC = 0,175×10<sup>-10</sup>

MoCl<sub>3</sub> = 0,14×10<sup>-7</sup>,  
MoCl<sub>4</sub> = 0,32×10<sup>-6</sup>,  
Mo<sub>3</sub>C<sub>2</sub>(c) = 0,57907

TiCl<sub>2</sub> = 0,11×10<sup>-4</sup>,  
TiCl<sub>3</sub> = 0,108,  
TiCl<sub>4</sub> = 0,30459,  
TiN(c) = 3,0672

NbCl<sub>2</sub> = 0,9×10<sup>-5</sup>,  
NbCl<sub>3</sub> = 0,57×10<sup>-7</sup>,  
NbCl<sub>4</sub> = 0,122×10<sup>-6</sup>,  
NbCl<sub>5</sub> = 0,3832×10<sup>-9</sup>,  
NbC(c) = 1,7939

注意: (c) — 结晶状态的化合物

## 结果讨论

在进行热力学分析的基础上, 证明了比较使用氯化镍 (NH<sub>4</sub>Cl, I<sub>2</sub>, AlCl<sub>3</sub>, Cl<sub>2</sub>) 的便利性, 这可以显著减少氮气和湿空气的含量, 并使用钼作为还确定了吸气剂. 发现饱和是通过卤化物-AlCl, AlCl<sub>2</sub>, CrCl, CrCl<sub>2</sub> 进行的 [11-13].

## 参考文献 (References)

1. Lahtin, YU.M. Principy matematicheskogo modelirovaniya processov HTO / YU.M. Lahtin, YA.D. Kogan, A.M. Vas'kovskij i dr. // Metallovedenie i termicheskaya obrabotka metallov. 1979. №8. S. 43-47.
2. Bahrinov, K.K. Ctruktura i himicheskij sostav pokrytij pri cirkulyacionnom hromoalitirovanii / K.K. Bahrinov, B.D. Lygdenov // Polzunovskij al'manah. 2014. №2. S. 45-49.
3. Bahrinov, K.K. Issledovanie struktury i himicheskogo sostava pokrytij poluchennye cirkulyacionnym hromoalitirovanijem / K.K. Bahrinov, B.D. Lygdenov // Fundamental'nye problemy sovremennogo materialovedeniya. 2014. t.11. №4. S. 477-480.
4. Lygdenov, B.D. Fazovye prevrashcheniya v stalyah s gradientnymi strukturami, poluchennymi himiko-termicheskij i himikotermociklicheskoj obrabotkoj: dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskijh nauk / B.D. Lygdenov. Novokuzneck, 2004. 226 s.
5. Gur'ev, A.M. Intensifikaciya processov himikotermicheskij obrabotki metallov i splavov / A.M. Gur'ev, B.D. Lygdenov, O.A. Vlasova // Fundamental'nye issledovaniya. 2008. №8. S. 10.
6. Gur'ev, A.M. Ciklicheskoje teplovoe vozdejstvie pri termicheskij i himiko-termicheskij obrabotke instrumental'nyh stalej/ A.M. Gur'ev, L.G. Voroshnin, YU.P. Haraev, B.D. Lygdenov, E.V. CHernyh // Fundamental'nye problemy sovremennogo materialovedeniya. 2005. t.2. №3. S. 37-45.
7. Lygdenov, B.D. Termociklirovanie. Struktura i svojstva / B.D. Lygdenov, YU.P. Haraev, A.D. Greshilov, A.M. Gur'ev. / M.: Barnaul, 2014. 251 s.

8. Novik, F.S. Matematicheskie metody planirovaniya eksperimentov v metallovedenii / F.S. Novik. M.: MISis, 1971. Razd. I-IV. 228 c.
9. Zarubin, V.S. Matematicheskoe modelirovanie v tekhnike / V.S. Zarubin M.: MGTU im. N.E. Baumana, 2003. 495 s.
10. Arzamasov, B.N. Postroenie i primenenie ravnovesnyh diagramm sostoyaniya s galoidom / B.N. Arzamasov // Inzhenernyj zhurnal: Prilozhenie. Spravochnik. 2002. №2. S. 12-15.
11. Simonov, V.N. Vybora rabochej gazovoj sredy dlya naneseniya zashchitnyh diffuzionnyh pokrytij / V.N. Simonov, K.K. Bahrunov, A.M. Terekhin // Izvestiya vuzov. Mashinostroenie. 2004. №3. S. 57-60.
12. Pishar, R. Osnovnye parametry, opredelyayushchie stroenie i sostav alyuminidnyh pokrytij zharoprochnykh splavov na nikel'evoy i kobal'tovoy osnove / R. Pishar // ZHaroprochnye splavy dlya gazovykh turbin. 1981. S. 106-125.
13. Bahrunov, K.K. Analiz svoystv hromoalitirovannykh pokrytij na nikel'evykh zharoprochnykh splavah / K.K. Bahrunov // Polzunovskij vestnik. 2012. №1-1. S. 28-31.
14. Lygdenov, B.D. Bliyanie rezhimov borirovaniya na uprochnenie poverhnosti uplotnitel'nogo kol'ca iz stali 40HN2MA / B.D. Lygdenov, A.M. Gur'ev, I.A. Garmaeva // Fundamental'nye problemy sovremennogo materialovedeniya. 2007. T.4. №2. S. 90-93.
15. Lygdenov, B.D. Intensifikaciya processov formirovaniya struktury diffuzionnogo sloya pri himiko-termicheskoj obrabotke stalej // dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni doktora tekhnicheskikh nauk / B.D. Lygdenov. GOUVPO Altajskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet im. I.I.Polzunova. Barnaul, 2009.
16. Gur'ev, A.M. Borirovanie malouglerodistoj stali / A.M. Gur'ev, B.D. Lygdenov, M.A. Gur'ev, M. SHunchi, O.A. Vlasova // Raleigh, 2015. 141 s.
17. Mei, Sh. Structure and properties of the diffusion layer during the process of surface saturation on medium-carbon steel in the amorphous boron in compound / Sh. Mei, I. Garmaeva, Q. Zheng, Ya. Zhang, B. Tsydypov, J. Samaev, B. Lygdenov, A. Guriev // V sbornike: III International Conference of Young Scientists on Sontemporary Problems of Materials and Constructions. Sbornik statej. Otv. red. L.A. Bohoeva. 2019. S. 92-95.
18. Mej, SH. Kinetika formirovaniya diffuzionnogo sloya pri izmenenii energii aktivacii atomov bora pri himiko-termicheskoj obrabotke stali n13 / SH. Mej, YA. CHzhan, K. CHzhen, B.D. Lygdenov, A.M. Gur'ev, B.S. Cydypov // Fundamental'nye problemy sovremennogo materialovedeniya. 2020. T.17. №2. S. 257-262.

For citation: CHAI Xu-Hui, ZHAO Jia, MEI Shun-Qi. Research Status of GCr15 Ring Surface Treatment Technology //

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/3\\_2.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/3_2.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.017

UDK 621

## RESEARCH STATUS OF GCr15 RING SURFACE TREATMENT TECHNOLOGY\*

CHAI Xu-Hui<sup>1</sup>, ZHAO Jia, MEI Shun-Qi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Hubei Digital Textile Equipment Key Laboratory, Wuhan Textile University, Wuhan 430073, China

E-mail: meishunqi@vip.sina.com ; 329214831@qq.com

### 0 引言

过去几十年的发展, 中国已成为世界上规模最大, 产业链最为完整的纺织服装工业大国, 环锭细纱机作为目前纺纱行业最常用的设备, 市场保有量非常巨大. 钢领作为环锭细纱机的关键部件之一, 如图 1 所示, 通过与钢丝圈, 纱管和锭子等配套完成纺纱工序. 工作环境通常是在高速, 高温和高压的状态下, 回转运动产生的摩擦阻力导致出现氧化锈蚀, 磨损和变形等失效问题, 这将直接影响细纱机能达到的最高锭速和成纱质量.



图 1 钢领实物图

Figure 1 Steel collar physical map

GCr15 钢作为钢领材质中最具代表性的钢种, 其制造精度高, 表面有良好的成形加工工艺性能, 经处理后有很高的表面硬度和强度. 由于长期处在 «三高» 恶劣工作条件下, 从而加速了钢领使用寿命的下降, 对纺织企业的生产效率和经济效益有着决定性作用, 所以对钢领表面进行处理很有必要性. 下面本文将介绍几种钢领表面处理技术的开发.

---

\* This paper was supported by the Chinese Research Foundation: 2018AAA036, 2019AEE011, 51175385.

## 1 钢领表面技术介绍

### 1.1 电镀钢领

目前国内最基本的钢领表面处理就是电镀铬技术, 通过电化学方法在钢领基体表面沉积一硬铬层, 利用其硬度高, 摩擦系数低, 耐磨性好的特性改善高速钢领的性能. 近年来镀铬技术不断发展, 铬层也可与其他膜层进行复合进一步提高钢领的耐磨减摩性能, 如江南大学温 [1] 等使用的黑氮, 镀铬, 复合等 3 种不同表面处理工艺的 BC9 型钢领. 而且在  $400^{\circ}\text{C}$  以下硬度下降的很少, 低应力接触下, 表面产生的氧化膜会增强抗塑性变形的能力, 也不易产生疲劳磨损, 被国内外各钢领厂商的广泛使用.

如图 2 为电镀实验原理图 [2], 电镀反应时因为电流密度或电镀温度差异大等因素的影响, 沉积在基体不同部位的铬层厚度会有一定的不同, 最终会使工艺效果达不到要求状态. 此外, 电镀产生的污水处理问题和镀铬过程中对人体的危害等因素, 企业需响应国家绿色发展战略要求转型升级.

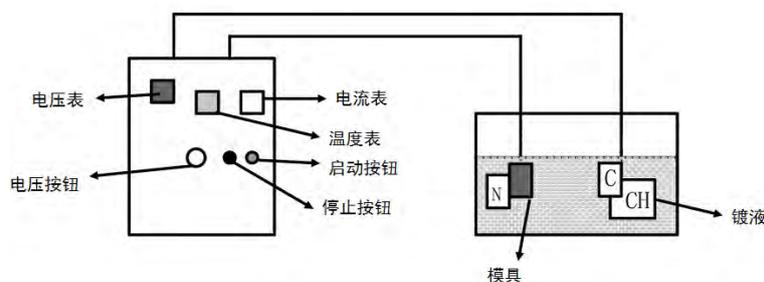


图2 电镀实验简图

Figure 2. Sketch of electroplating experiment

### 1.2 纳米陶瓷钢领

近年来由于陶瓷材料的开发, 以其优越的力学特性被广泛应用在零件的表面改性技术中, 陶瓷材料的特点是致密度高, 磨损特性好等, 在拥有高硬度, 高强度的同时还具有很好的延展性. 制备涂层时将高硬度, 小颗粒的纳米陶瓷加入钢领表面, 它的优良性能正好可以满足钢领表面低摩擦系数, 高硬度, 高韧性的要求, 极大限度的提高钢领的使用寿命.

此项技术研究受到重视, 如西安工程大学孙伟 [3] 等研制出的陶瓷合金钢领中陶瓷粒子密度可以达到 20% 以上, 高密度的陶瓷薄膜层硬度可达 1100HV, 摩擦系数降低到 0.14~0.16 之间. 纳米级颗粒的出现适用于高负载, 高速, 高温的工况环境中, 可以极大提高钢领的使用寿命.

### 1.3 渗硼钢领

渗硼是一种新型的化学热处理技术, 根据处理方式的不同, 大致被划分为固体渗硼, 液体渗硼, 气体渗硼三种类型. 固体渗硼技术的应用最为广泛, 如图 3 为固体膏剂渗硼, 其基本原理是在特温度的含硼介质中放入金属工件, 通过热扩散

方式使硼元素与钢领基体材料进行结合, 在表面形成金属间化合物. 渗硼层具有极高的硬度, 良好的抗磨损, 耐腐蚀以及抗高温氧化等性质 [4].



图 3 涂覆完渗硼膏剂图

Figure 3 After applying boronizing paste

该技术在低合金钢, 不锈钢, 铸钢及铸铁等材料中已获得广泛的应用, 但有关 GCr15 钢领渗硼强化的研究还非常缺乏, 宗晓明 [5] 等采用固体渗硼的方法, 在不同温度和保温时间条件下进行了渗硼层制备, 获得均匀致密的渗硼层, 表面硬度与基体组织相比, 提高了 5~6 倍. 渗硼层在 850°C 仍然具有很好的抗氧化性, 该技术在 GCr15 钢领中具有一定的应用前景.

#### 1.4 液氮深冷钢领

深冷处理是指在 -150°C 以下对基体材料进行超低温处理以提升综合性能的方法. 近些年通过大量的研究发现, 采用液氮作为冷却介质处理过的金属零件, 能将残余的奥氏体转变为马氏体, 超细的碳化物从马氏体中析出. 深冷处理作为传统热处理的扩展, 深入地改善微观组织的均匀性和尺寸稳定性, 提高零件的强度, 硬度和耐磨性.

目前液氮深冷技术得到业界普遍的关注, 这种技术从本质上加强材料的机械性能, 产品成形稳定, 从而延长钢领的使用寿命. 如王 [6] 等采用正交试验研究 20号 低碳钢领的液氮蒸发式冷处理, 在 -185°C, 降温速率 2°C/min, 保温时间 10h 时, 钢领的显微硬度, 冲击强度和磨损率等得到大幅度提升, 显微硬度达到 530HV, 冲击强度约为 16.0MPa, 使用寿命能够达到 3 年. 作为绿色环保无污染的一项技术, 对于研究 GCr15 钢领以及替代国外进口钢领具有广阔的研究意义.

## 1.5 磁控溅射钢领

磁控溅射是物理气相沉积的一种, 这种溅射方式适用于多种不同物理性能的基体材料, 采用这种方法进行的镀膜参数易控制, 附着力强, 成膜质量高等优势, 也可以通过不同的靶材及溅射条件来获得不同材料表面的改性要求 [7]. 与传统的表面处理工艺相比, 磁控溅射最大的优点在于膜层的技术性指标要求可以实现精准把控, 包括膜层成分, 厚度, 纯度等. 如图 4 所示, 由于是在密闭真空条件下进行的薄膜沉积, 有效降低了膜层杂质含量.



图 4 钢领磁控溅射

Figure 4. Ring magnetron sputtering

由于该技术多用于高端装备制造业的研究, 如吴 [8] 等利用磁控溅射 (PVD), 化学气相沉积 (CVD) 以及热扩散渗硅方法在 TC<sub>4</sub> 钛合金表面制备 WSi<sub>2</sub>/W<sub>5</sub>Si<sub>3</sub> 复合涂层. 涂层结构均匀致密, 与基体结合良好. 在纺纱 GCr15 钢领表面处理的研究方面很少, 工艺参数制定后不仅适用于实验室研究, 镀膜层的性能要求可以得到有效保障, 对大规模批量加工生产具有重要意义, 减少设备投入更符合国家绿色环保的发展趋势.

## 2 结语

然而任何一项技术都不是万能的, 为实现钢领表面处理技术的突破, 国内外学者对表面处理领域的研究从未停止, 催化出越来越多的表面处理新技术被应用在现代生产中. 不同的表面处理技术需要有明确的针对性, 这样才能满足不同钢领表面技术性能的要求, 从而推动纺纱行业的发展.

## 参考文献

- [1] 温欣婷, 徐伯俊, 刘新金. BC9 型钢领与普通钢领纺纱质量对比 [J]. 棉纺织技术, 2015, 43(11):13-16.
- [2] 赵应多. 表面镀铬在汽车冷冲压模具上的应用 [J]. 中国高新区, 2018, (14):156.
- [3] 孙伟, 王绍斌, 杨冰磊. 纺纱钢领研发现状及陶瓷合金钢领 [J]. 棉纺织技术, 2009, 37(01):17-20.

- [4] 姚海波. 45 号钢棒条固体渗硼工艺及性能的研究 [D]. 郑州大学, 2011.
- [5] 宗晓明, 蒋文明, 樊自田, 高飞. GCr15 轴承钢表面渗硼层生长动力学与机械性能 [J]. 工程科学学报, 2018, 40(09):1108-1114.
- [6] 王显方, 姚海伟, 尹勇. 钢领液氮深冷处理工艺研究 [J]. 棉纺织技术, 2016, 44(10):73-75.
- [7] 陈亚军, 郁佳琪, 赵婕宇, 王付胜. 磁控溅射高温固体自润滑涂层的研究与进展 [J]. 材料导报, 2017, 31(03):32-37+56.
- [8] 吴龙, 马捷, 魏建忠, 李洪义. TC4 钛合金表面 WSi<sub>2</sub>/W<sub>5</sub>Si<sub>3</sub> 复合涂层制备及性能研究 [J]. 钛工业进展, 2020, 37(05):18-22

## References

- [1] Wen Xinting, Xu Bojun, Liu Xinjin. Comparison of spinning quality between BC9 type ring and ordinary ring [J]. Cotton Textile Technology, 2015, 43(11): 13-16.
- [2] Zhao Yingduo. Application of surface chromium plating on automotive cold stamping die [J]. China High-tech Zone, 2018, (14): 156.
- [3] Sun Wei, Wang Shaobin, Yang Binglei. Research and development status of spinning ring and ceramic alloy ring [J]. Cotton Textile Technology, 2009, 37(01): 17-20.
- [4] Yao Haibo. Research on the solid boronizing process and performance of No. 45 steel bars [D]. Zhengzhou University, 2011
- [5] Zong Xiaoming, Jiang Wenming, Fan Zitian, Gao Fei. Growth kinetics and mechanical properties of the boronized layer on the surface of GCr15 bearing steel [J]. Journal of Engineering Science, 2018, 40(09): 1108-1114.
- [6] Wang Xianfang, Yao Haiwei, Yin Yong. Research on cryogenic treatment process of steel collar with liquid nitrogen [J]. Cotton Textile Technology, 2016, 44(10): 73-75.
- [7] Chen Yajun, Yu Jiaqi, Zhao Jieyu, Wang Fusheng. Research and progress of magnetron sputtering high temperature solid self-lubricating coatings [J]. Materials Review, 2017, 31(03): 32-37+56.
- [8] Wu Long, Ma Jie, Wei Jianzhong, Li Hongyi. Preparation and properties of WSi<sub>2</sub>/W<sub>5</sub>Si<sub>3</sub> composite coating on TC4 titanium alloy surface [J]. Titanium Industry Progress, 2020, 37(05): 18-22.

For citation: CUI Xiao-Long, XU Qiao, YANG Tao, HE Yu-Chen. Simulation of structure and performance of electromagnetic emission weft coil //

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/3\\_3.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/3_3.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.018

UDK 621

## SIMULATION OF STRUCTURE AND PERFORMANCE OF ELECTROMAGNETIC EMISSION WEFT COIL\*

CUI Xiao-Long<sup>1</sup>, XU Qiao<sup>1,2\*</sup>, YANG Tao<sup>1</sup>, HE Yu-Chen<sup>1</sup>

1 Wuhan Textile University

2 Hubei Digital Textile Equipment Key Laboratory, Wuhan, 430020, China,

E-mail: 1873277605@qq.com ; 327778240@qq.com

### 0 引言

织机的引纬方法有很多种, 推动纬纱多为梭子, 剑杆, 喷气, 喷水等. 这些引纬系统在速度和生产率方面一定程度上已经到了各自的最大潜力 [1-4]. 为了满足长距离的引纬的要求, 现有喷气, 喷水, 剑杆和片梭等引纬方式已难以满足更高要求引纬的需要, 故而采用电磁引纬的方式 [5], 电磁发射方式近些年多用于航空, 武器等领域, 随着该技术的越来越成熟, 逐步应用到民用工业生产中, 进一步弥补以往技术领域的不足, 提高生产效率, 达到产业效益的最优化 [6,7]. 文献 [8,9] 分别介绍了电磁发射的自动织机引纬机构设计方法和其对应的引纬装置的磁场分析. 本文选择效率高的磁阻型电磁发射装置作为研究对象 [10], 通过对磁场模型理论分析以及 Maxwell 仿真建模对比分析影响电磁力大小的因素, 对今后的电磁引纬相关领域的研究提供理论参考.

### 1 磁阻型电磁发射原理

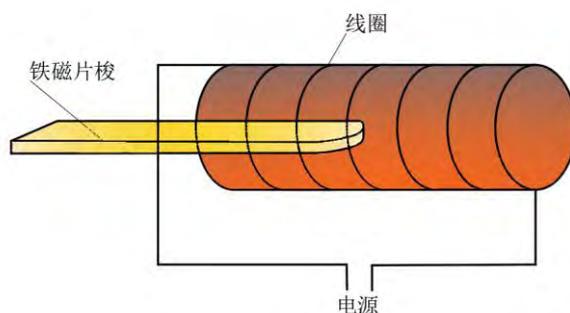


图 1 磁阻型电磁发射原理图

Figure 1. Schematic diagram of reluctance type electromagnetic emission

\* This work was supported by the National Science Foundation of China (Grant No. 51541503), State Key Laboratory of New Textile Materials and Advanced Processing Technologies (Grant No. FZ2020008), Hubei Digital Textile Equipment Key Laboratory, and Hubei Province Natural Science Foundation of China (Grant No. 2020CFB769).

磁阻型电磁线圈发射引纬机构由多个驱动线圈和一个铁磁物质以及附属部件构成. 利用线圈的铁磁磁路的磁阻变化吸引片梭运动来加速片梭, 整个装置与普通线圈型装置相比, 不同之处在于片梭是一整块铁磁材料, 被加速物体不含线圈, 其作用原理是磁阻最小原理. 磁通总是趋向于经过磁阻最小的路径, 铁磁性片梭具有比空气高得多的磁导率, 因此片梭放置在驱动线圈内部时, 在片梭和空气组成的磁路里, 片梭就会向磁阻最小的方向运动. 也可以认为是驱动线圈中的电流与被磁化的片梭中的磁化电流之间的安培力, 由于磁化电流与驱动线圈的电流有相同的方向, 因此片梭收到吸力而加速.

## 2 磁场分析

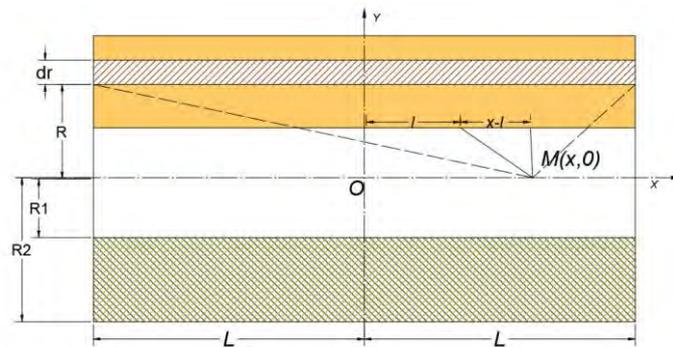


图 2 加速线圈示意图

Figure 2. Schematic diagram of accelerating coil

根据磁阻最小原理对单级线圈进行模型分析,  $M(x, 0)$  为线圈轴线上任意一点, 线圈内半径为  $R_1$ , 外半径为  $R_2$ , 线圈总长度为  $2L$ , 电流强度为  $I$ , 匝数为  $N$ ,  $j = NI/[2L(R_2 - R_1)]$  为连续电流分布时产生的电流密度. 由毕奥-萨伐尔定律, 加速线圈内部中心轴线上磁感应强度为:

$$B_x = \frac{\mu_0 j}{2} \left[ (x + L) \ln \frac{A}{C} - (x - L) \ln \frac{B}{D} \right] \quad (1)$$

式中

$$\begin{aligned} A &= R_2 + \sqrt{R_2^2 + (x + L)^2} & C &= R_1 + \sqrt{R_1^2 + (x + L)^2} \\ B &= R_2 + \sqrt{R_2^2 + (x - L)^2} & D &= R_1 + \sqrt{R_1^2 + (x - L)^2} \end{aligned}$$

## 3 仿真分析

在线圈轴线磁场分析的基础上, 考虑到磁阻型电磁发射装置的驱动线圈以及片梭都是对称结构, 因此选用三维模型进行分析. 磁阻型片梭电磁发射装置模型网格划分以及磁密截面图如图所示.

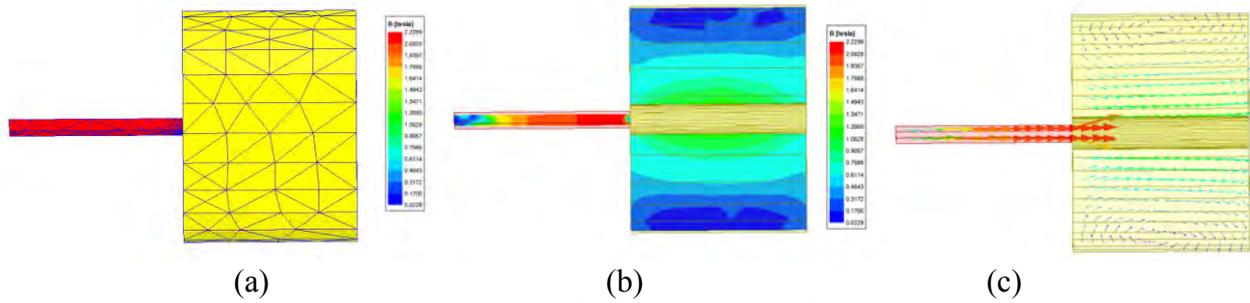


图 3 磁阻型发射装置磁场分析图

Figure 3. Magnetic field analysis diagram of a reluctance launcher

其中图 (a) 磁阻型发射装置网格划分图, 图 (b) 磁阻型发射装置等磁密 B 面图, 图 (c) 磁阻型发射装置磁密 B 矢量效果图. 由以上磁场仿真图可知, 铁磁片梭越靠近线圈的一侧磁场越强, 越靠近驱动线圈中心, 磁场越强, 即越靠近驱动线圈内表面中心处磁场的轴线方向梯度越大, 中线过后, 铁磁片梭所收到的电磁力与之前变成反方向, 即驱动力变成阻力, 铁磁片梭到达驱动线圈中线之前, 电磁力对其做正功, 当铁磁片梭经过驱动线圈中线后, 电磁力对其做负功. 为了保证铁磁片梭的速度和线圈加速效率, 需要在片梭到达中心处断电, 使驱动线圈不产生磁场.

#### 4 数据分析

通过计算机仿真计算铁磁片梭在不同位置处电磁力大小情况. 各参数为: 铁磁片梭长度 90mm, 宽度 14mm, 高度 6mm; 驱动线圈长度 90mm, 内径 16mm, 重量 60g, 以铁磁片梭出发位置为 0 点, 驱动线圈安匝数: 1000, 利用 Maxwell 软件进行有限元分析, 得到铁磁片梭各个位置所受的电磁力大小, 如表所示.

表 1 不同位置电磁力大小

Table 1. Size of electromagnetic force at different positions

距离初始位置mm	电磁力大小N	距离初始位置mm	电磁力大小N
0	30.885656473893498	100	-113.272692414318001
10	64.501301014215500	110	-184.548283992934984
20	108.925780617953990	120	-216.421319740406972
30	152.963657624679001	130	-217.121374999409994
40	192.204168888900000	140	-193.607241282873986
50	216.269042203609018	150	-154.159685632682994
60	216.411109886129992	160	-108.346923332211006
70	185.440624491296006	170	-63.733928900990193
80	114.972401454307999	180	-30.478221245139498
90	-1.395651412783520		

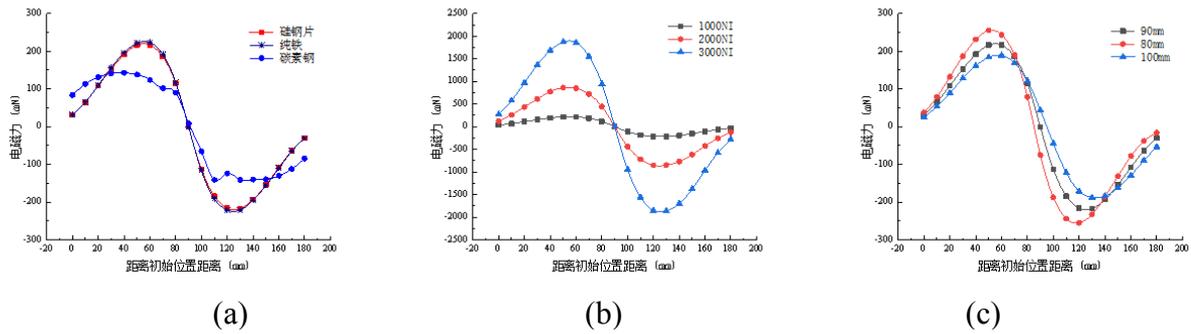


图 4 不同参数下电磁大小图

Figure 4. Electromagnetic size diagram with different parameters

图 4 依次为不用铁磁材料 (a), 不同安匝数 (b), 不同线圈长度 (c) 下各位置电磁力大小. 不同参数下总体趋势趋于一致, 呈现正弦曲线. 铁磁片梭距离初始位置 45mm 左右时, 受到的电磁力最大, 达到峰值, 此刻受到磁场正向加速力的作用. 当铁磁片梭距离初始位置 90mm 时, 即片梭完全进入线圈, 此时收到的电磁力为 0; 继续沿中心轴线向前运动, 受到反方向的拉力, 大小与前 90mm 近似相等, 方向相反.

## 5 结束语

本文根据织机对引纬运动的要求, 对铁磁片梭的受力及线圈发射装置的相关参数进行分析. 建立了磁阻线圈发射中心轴线磁场的计算模型; 运用 Maxwell 软件对线圈不同参数进行磁场仿真对比, 结果表明线圈的长度, 内外径大小, 铁磁片梭材料的选取以及线圈匝数, 电流都会对被加速物体所受电磁力大小产生影响. 对于电磁引纬各参数研究以及对下一步研究多级线圈以及电源控制方面提供理论依据.

## 参考文献 (References)

1. Gao Yong. The new development trend of textile industry [N]. China Textile News, 2019-07-26(001).
2. Hong Haicang, Li Xueqing. Progress and development trend of weaving technology at home and abroad recently. Textile Review, 2019 (09):59-60+62-64+66-67.
3. ZHANG Dan. Review of Patent Technology of Rapier Loom [J]. Textile Industry & Technology, 2019, 48(04):48-49.
4. Lu Yuzheng, Wang Hongbo, Gao Weidong. Recent Development Status and Technological Progress of Air Jet Loom [J]. Cotton Textile Technology, 2019, 47(02):10-14.
5. Teng Teng, Tan Dali, Wang Qingyu, Zhang Xiaoyi. Review of Ship Electromagnetic Launch Technology [J]. Ship Science and Technology, 2020, 42(13):7-12.
6. Wang Zhenchun, Tan Yi, Liu Fucai. Research Status and Development of Electromagnetic Coil Transmitter [A]. Chinese Association of Automation. Proceedings of China Automation Conference 2020 (CAC2020) [C]. Chinese Association of Automation: Chinese Association of Automation, 2020:6.
7. Huang Wenkai, Chen Guangxin, Hu Mingbin, Liang Qichao, Yang Kangyao, Zhang Mingkai. A miniature multi-pulse series loading Hopkinson bar experimental device based on an electromagnetic launch [J]. The Review of scientific instruments, 2019, 90(2).

8. Xu Qiao, Yan Wenjun, Mei Shunqi, Zhang Zhiming. Design Method of Weft Inserting Mechanism of Ultra-wide Automatic Loom Based on Electromagnetic Emission [J]. Journal of Textile Research, 2018, 39(07):130-136.
9. Xu Qiao, Yan Xiaoyu, Mei Shunqi, Zhang Zhiming. Modern Manufacturing Engineering, 2018(03):138-142+46. (in Chinese)
10. Song Yugui, Peng Jia, Chen Wujun, Pan Tengfei, Li Lei. Parameter Optimization of Magnetoresistive Electromagnetic Projector [J]. Communications World, 2015(06):230-231.

*For citation:* Guryev M.A., Zheng Quan, Guryev A.M., Lygdenov B.D. Develop the composition and heat treatment method of high-strength steel to improve the wear resistance of the granite crusher armor //

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/3\\_4.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/3_4.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.019

UDK 669.017.3

## **DEVELOP THE COMPOSITION AND HEAT TREATMENT METHOD OF HIGH-STRENGTH STEEL TO IMPROVE THE WEAR RESISTANCE OF THE GRANITE CRUSHER ARMOR**

*Guryev M.A.<sup>1</sup>, Zheng Quan<sup>1,2</sup>, Guryev A.M.<sup>1,2</sup>, Lygdenov B.D.<sup>2</sup>*

1 Altai State University of Technology, Russia

2 Wuhan Textile University, Wuhan, China

Email: [gurievma@mail.ru](mailto:gurievma@mail.ru)

在俄罗斯和其他国家/地区, 在承受冲击负荷的产品中, 通常使用 110G13L GOST 977-88 钢. 然而, 由于这种钢生产形状复杂, 产品存在相当严重的技术难题, 并且伴随着熔化单元衬里的低耐久性以及随后的热处理过程中以 1100°C 淬火形式的能量消耗而产生高昂的财务成本. 近年来, 俄罗斯供应了许多与铬, 钼和钒合金化的国外低碳和中碳钢, 例如 Hardox (瑞典), Raex (芬兰), Fora, Quard (比利时) 和 Everhard (日本) 等, 具有足够高的硬度以及高可塑性和冲击强度 [1-5].

对于在复杂加载条件下工作的机器零件和工作机构来说, 目前最好的方法是将高冲击载荷与各种磨料磨损相结合. 110G13L GOST 977-88 钢这种生产复杂的产品在工艺上相当复杂. 在国外技术中, 低碳或中碳钢与铬, 钼和钒合金化而成, 碳含量最高为 0.45-0.55%, 可替代 110G13L 钢及其类似物. 合金元素的含量不超过 1.5-1.8%, 每种元素的重量百分比为%, 合金元素的总含量减去碳含量不超过 3.5-4%. 除合金化程度外, 这些钢的最终运行性能还取决于相当小的合金元素含量范围 (某些元素有时可达 0.01%) 和非常精确的热处理方式的组合. 通过最小化热处理的化学成分和温度-时间参数的公差, 可以获得具有高范围性能特性的产品, 该产品将高强度和硬度与高可塑性和冲击韧性结合在一起. (例如, 我们可以引用材料 «Hardox» (瑞典), «Quard» (比利时), «Raex» (芬兰), «Fora» (比利时), «EVERHARD» (日本) 等) [1-5].

通常, 在生产关键产品时, 传统上不信任铸钢. 锻钢或轧钢的概念具有较高的强度和韧性, 而铸钢则具有大量的缺陷, 强度降低和脆性增加. 但是, 与轧制产品和锻件相比, 铸件具有更均匀的结构和更不明显的各向异性, 而塑性裕度较低的铸钢具有更高的抗变形能力 [6-8].

寻找在给定方向上改变金属的物理和机械性质的复杂性的新可能性是现代金属科学的紧迫任务. 解决该问题需要改进现有的方法, 并需要创建新的获取和处理金属的方法. 从文献数据的分析可以看出, 为了组织在复杂负载条件下运行的机器的铸件和工件的生产和高效运行, 有必要开发一种先进的技术来获得确保铸件生产的产品具有很高的精度和表面清洁度, 并最大程度地减少了后续加工, 并从根本上改善了铸件的结构和性能. 在铸造零件中获得机械性 (特别是高塑性和韧性), 通过对标准钢合理的附加合金化 (调整化学成分来解决), 改性和精炼重熔, 以及通过优化其热处理方式来有针对性地影响铸造产品的结构, 并因此获得不劣于由锻造毛坯制成的零件的性能的操作特性的 [6-14].

通过适当的冶金和冶金措施可以提高铸钢的冲击韧性和延展性, 由于保留了铸钢结构的优势, 使得各种类型的关键零件都能成功运行 [4, 6-8].

对于钢的熔炼, 使用具有 1500kg 夯实坩埚的感应熔炼炉, 通过容量为 1500kg 的旋转茶壶钢包将熔体倒入模具中. 合金的精炼和改性都在炉子和钢包中进行. 模具的材料是砂土混合物 (SGM), 在工作表面上涂有耐火涂层.

以两种方式对所得铸件样品进行热处理:

No.1 — 在此温度下保持 2 小时, 然后加热到 860°C, 然后在水中淬火并在 250°C 的温度下回火 2 小时;

No.2 — 在此温度下加热 860°C 并保持 2.5 小时, 然后在水中淬火并在 250°C 的温度下回火 2 小时.

热处理后, 按照 GOST 9454-78 (类型 1) 切割试样以测试冲击韧性. 冲击强度测试是在最大冲击能量为 300 J 的 MK-300 摆锤式冲击机上进行的. 对于每种热处理模式, 由 9 个实验组成. 在洛氏硬度计上测量样品的硬度. 除了冲击韧性和硬度外, 还使用 Carl Zeiss Axio Observer Z1m 光学显微镜研究了样品的宏观和微观结构.

所有样品的硬度测量结果均在 44-47 HRC 范围内, 与模式 1 进行热处理后的样品相比, 模式 2 进行热处理的样品显示出 2.5 倍的冲击强度.

两种热处理方式后的试样都保留了铸件试样的树枝状结构特征. 在这种情况下, 经过 2 号热处理的样品上的枝晶显示出更大的对比度 (图 1). 所得结构具有比锻造更高的耐磨性. 应该注意的是, 铸件试样的冲击韧性等钢的重要性能在性能上并不比锻造试样差.

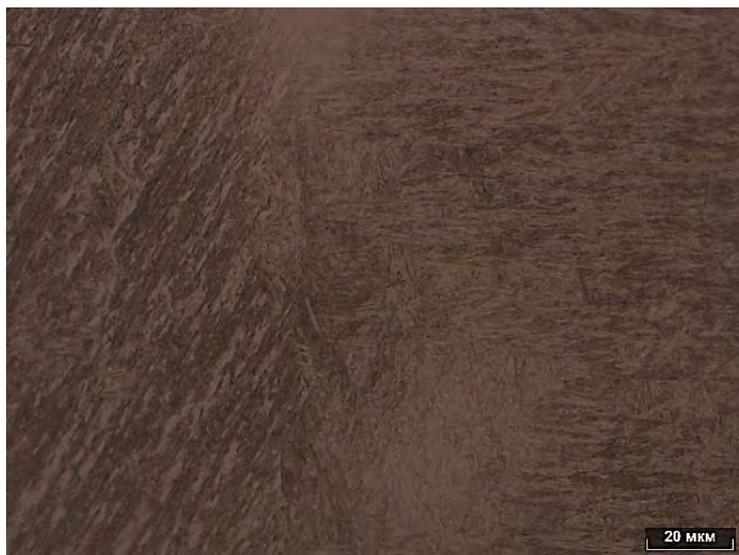


图 1. 热处理后的钢的显微组织  
通过模式 2

Figure 1. Microstructure of steel after heat treatment  
Pass mode 2

钢的化学成分已开发出来 (C-0.38 wt%), Mo-0.35 wt%, Cr-0.65 wt%, Ti, Al, Nb-最高 0.17 wt%, REM-最高 0, 05 wt. %, B- 0.003 wt. %, 和随后的热处理方式 (加热至 860°C 并在此温度下保持 2.5 小时, 此后-在水中淬火并在 2 小时内 在 250°C 的温度下回火) 下部装甲 «TEREX J1175» 相对于钢 110G13L 而言, 其耐用性提高了 2 倍以上. 规定的使用寿命与 «Hardox» 型钢 (瑞典) 的电阻相当 (在某些产品上更高). 测试是在花岗岩破碎条件下在克拉斯诺亚尔斯克地区的 Kordon 采石场进行的, 花岗岩的强度系数根据 MM 标度而定. Protodyakonov 12-14 单位.

### Литература

1. Износостойкие стали [Электронный ресурс] // URL: <https://www.wearservice.ru/catalog/ostaliquard> (дата обращения: 29.05.2019).
2. Износостойкая, сверхпрочная сталь Hardox HiTuf [Электронный ресурс] // URL: <https://www.ssab.ru/products/brands/hardox/products/hardox-hituf> (дата обращения: 10.11.2020).
3. Высокопрочная и износостойкая сталь производства JFE (Япония) [Электронный ресурс] // [http://www.stami.ru/stami/anonce/\\_t\\_/id=35409](http://www.stami.ru/stami/anonce/_t_/id=35409) (дата обращения: 10.11.2020).
4. Акимов, В.В. Разработка технологии получения высокопрочных твёрдых сплавов ТiС – «сталь» Хардокс / В.В. Акимов, В.А. Шамаро, М.Н. Герасимов, А.Ф. Мишуоров // В сб. материалов VII Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) «Развитие дорожно-транспортного комплекса и строительной инфраструктуры на основе рационального природопользования материалы». 2012. С. 395-397.
5. Аугсткэлн, А.И. Возможности рафинирования и модифицирования стали 110Г13Л в условиях индукционной плавки / А.И. Аугсткэлн, М.А. Гурьев // В сборнике: Наука и молодежь. Материалы XVI Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Министерство науки и высшего образования Российской

- Федерации, Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. 2019. С. 697-700.
6. Гурьев, А.М. Новые материалы и технологии для литых штампов / А.М. Гурьев. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2000. 216 с.
  7. Гурьев, А.М. Теория и практика получения литого инструмента / А.М. Гурьев, Ю.П. Хараев. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2005. 220 с.
  8. Антонченко, Г.В. Пути повышения механических свойств литых сталей / Г.В. Антонченко, П.С. Погребняк, П.В. Петунин // В сб. «Научные труды молодых ученых, аспирантов и студентов межвузовский сборник». СибАДИ. Омск, 2013. С. 10-14.
  9. Гурьев, А.М. Свойства штамповых сталей горячего деформирования, легированных ванадием, ниобием, титаном, РЗМ / А.М. Гурьев, Л.Г. Ворошнин // Сб. материалов Всесоюзной научн. техн. конф. «Новые материалы и ресурсосберегающие технологии термической и химико-термической обработки деталей машин и инструментов». Пенза, 1990. С. 14-15.
  10. Гурьев, А.М. Влияние добавок РЗМ и ШЗМ на структуру и свойства литой стали / А.М. Гурьев, А.Н. Жданов, А.М. Кириенко // В сб. тезисов докладов Российской научно-технической конференции «Новые материалы и технологии. Металлические материалы, методы их обработки». МГАТУ. Москва, 1994. С. 46.
  11. Гурьев, А.М. Особенности термической обработки литых штамповых сталей / А.М. Гурьев // В сб. тезисов докладов «Юбилейная научно-практическая конференция». Ч.2. БТИ. Бийск: Изд-во АлтГТУ, 1995. С. 52-53.
  12. Гурьев, М.А. Структура и свойства высокопрочной стали с высокими показателями пластичности / М.А. Гурьев, С.А. Земляков, А.М. Гурьев, С.Ю. Копылов, С.Г. Иванов // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. 2019. Т.16. №2. С. 209-214.
  13. Гурьев, М.А. Литой композиционный материал для горнорудных машин / М.А. Гурьев, Ш. Мэй / Актуальные проблемы в машиностроении. 2016. №3. С. 410-413.
  14. Цветков, И.С. Оценка влияния структурных параметров на сопротивление разрушению литых сталей / И.С. Цветков, В.А. Татаринцев // В сб. материалов международной научно-практической конференции «Новые решения в области упрочняющих технологий: взгляд молодых специалистов». Юго-Западный государственный университет. 2016. С. 353-357.

For citation: HE Yu-Chen, XU Qiao, CUI Xiao-Long, YANG Tao. Design of ceramic 3D printer //

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/3\\_5.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/3_5.pdf)  
DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.020

UDK 738

## DESIGN OF CERAMIC 3D PRINTER\*

HE Yu-Chen<sup>1</sup>, XU Qiao<sup>1,2\*</sup>, CUI Xiao-Long<sup>1</sup>, YANG Tao<sup>1</sup>

1 Wuhan Textile University

2 Hubei Digital Textile Equipment Key Laboratory, Wuhan, 430020, China,

E-mail: 1873277605@qq.com, 327778240@qq.com

### 0 引言

3D 打印广泛应用于设计领域,可以在数小时内完成一个模具的打印,节约了很多产品从开发到投入市场的时间. 陶艺 3D 打印机的难点主要集中在挤出装置 [1,2]. 美国密苏里大学罗拉分校机械与航空航天工程系研制了一台基于水基膏体的冰冻自由挤出成型工艺的陶瓷 3D 打印机,其陶瓷膏体在挤压力的作用下从挤出头挤出,并堆积在可以水平方向移动的工作台表面 [3]. 内蒙古工业大学科学研究项目 2019 年于《中国陶瓷工业》发表陶瓷泥浆挤出机的设计,装置采用拼接式的连接方式,主体与喷嘴部分使用螺纹连接,通过螺纹预紧力压紧硅胶垫片从而形成封闭管路. 挤出机在结构设计上考虑到陶瓷浆液的流变特性,采用过渡降压挤压凹模结构,避免产生堵塞和液相分离等现象 [4].

陶艺 3D 打印机是将陶艺与 3D 打印技术相组合的产物,以数字模型文件为基础,运用陶泥这种可粘合材料,通过逐层打印的方式来构造物体. 因此,对陶艺 3D 打印机进行一系列的研究很有必要. 本文主要介绍了陶艺 3D 打印机的坐标转换原理,打印机的结构设计以及打印头运动轨迹仿真分析.

### 1 陶艺3D打印机坐标转换原理

要使打印头按照指定轨迹进行运动,需要先进行坐标转换,得到与打印头的坐标位置相对应的 2020 铝型材上三个滑车的高度位置.

Delta 型 3D 打印机运动原理推导过程: 已知条件 (由 3D 打印机确定): 连杆 AC 长度  $L$ , 底面三角形外接圆半径  $R$ .

建立空间直角坐标系: 以底面三角形挡板的外接圆圆心为坐标原点,可以建立如图 1 所示的空间直角坐标系.

---

\* This work was supported by the National Science Foundation of China (Grant No. 51541503), State Key Laboratory of New Textile Materials and Advanced Processing Technologies (Grant No. FZ2020008), Hubei Digital Textile Equipment Key Laboratory, and Hubei Province Natural Science Foundation of China (Grant No. 2020CFB769).

设三个滑车的高度分别为  $t_1, t_2, t_3$ . 连杆 AC 上 A 点坐标为  $A(x, y, z)$ . 将连杆 AC 向平面  $xoy$  上投影得到点 D, 过点 A 作  $AB \perp CE$ . 则有 D 点的坐标为  $D(x, y, 0)$ .

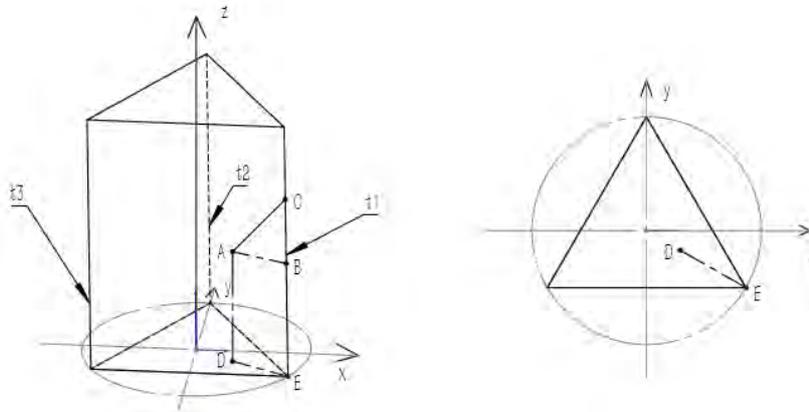


图 1 陶艺 3D 打印机坐标转换示意图

Figure 1. Schematic diagram of coordinate conversion of ceramic 3D printer

根据三角形, 可得 E 点的坐标  $E\left(\frac{\sqrt{3}}{2}R, -\frac{1}{2}R, 0\right)$

代入距离公式, 得  $DE^2 = \left(\frac{\sqrt{3}}{2}R - x\right)^2 + \left(\frac{1}{2}R + y\right)^2$

在矩形 ABED 中可以得到以下关系:  $AB=DE, BE=AD=z$  (A 点的纵坐标)

三角形 ABC 为直角三角形, 通过勾股定理有:  $AB^2 + BC^2 = AC^2$

滑车高  $t_1=BC+BE$ , 所以  $BC=t_1-z$

则有:  $\left(\frac{\sqrt{3}}{2}R - x\right)^2 + \left(\frac{1}{2}R + y\right)^2 + (t_1 - z)^2 = L^2$

化简有:  $t_1 = z + \sqrt{L^2 - \left(\frac{\sqrt{3}}{2}R - x\right)^2 - \left(\frac{1}{2}R + y\right)^2}$

对三个竖轴, 用同样的方法, 就可以得到三个 t 的表达式

$$t_1 = z + \sqrt{L^2 - \left(\frac{\sqrt{3}}{2}R - x\right)^2 - \left(\frac{1}{2}R + y\right)^2}$$

$$t_2 = z + \sqrt{L^2 - x^2 - (R + y)^2}$$

$$t_3 = z + \sqrt{L^2 - \left(\frac{\sqrt{3}}{2}R - x\right)^2 - \left(\frac{1}{2}R + y\right)^2}$$

这样就可以实现坐标转换.

则有打印头在 origin 时, 可得三个滑车的高度 (即滑车的初始高度) 分别为:

$$t_1 = z + \sqrt{L^2 - \frac{3}{4}R^2 - \frac{1}{4}R^2}$$

$$t_2 = z + \sqrt{2^2 - L^2}$$

$$t_1 = z + \sqrt{L^2 - \frac{3}{4}R^2 - \frac{1}{4}R^2}$$

滑车随电机转动时上升或下降的高度为  $\Delta h = n \cdot t \cdot (\pi d) / 60$  (单位 mm)

其中: n 为电机转速, 单位为转每分;

t 为作用时间, 单位为秒;

d 为带轮直径, 单位为毫米.

## 2 陶艺3D打印机结构设计

陶艺 3D 打印机的结构主要包括: 机架部分, 传动装置, 挤出装置. 图 2 展示了陶艺 3D 打印机的整体结构以及柱塞挤出装置结构的示意图.

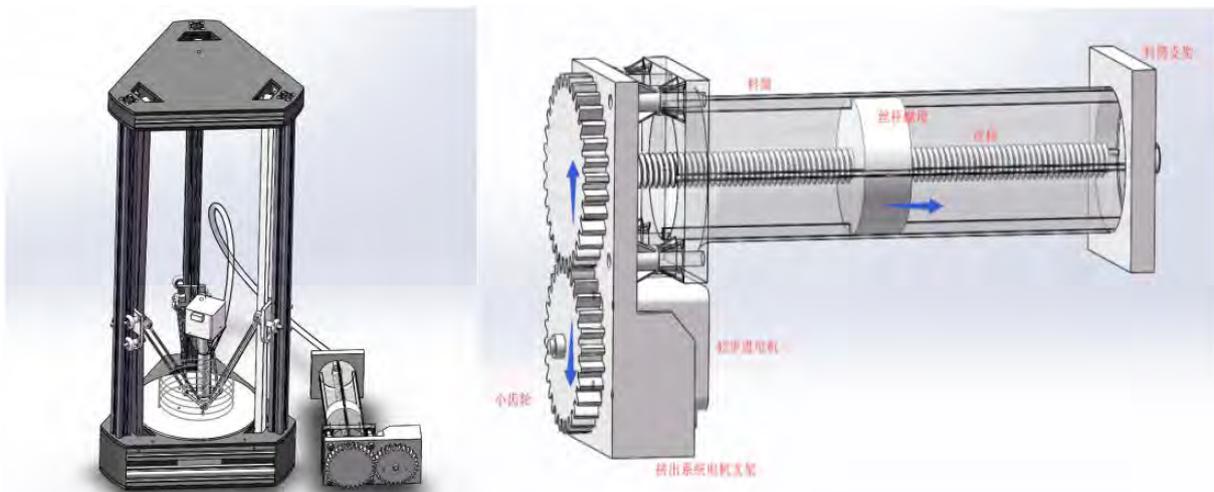


图 2 陶艺 3D 打印机结构示意图

Figure 2. Schematic diagram of ceramic 3D printer structure

柱塞挤出装置是陶艺 3D 打印机区别于一般打印机的主要部分. 柱塞挤出装置中料筒的功能: 盛装大量泥浆, 分担打印头底座所承受的重量, 使得打印头的运动更加稳定.

创新点: 在料筒内壁增加 4 根筋, 增加了丝杆螺母之间的阻力, 限制了丝杆螺母相对料筒的转动, 将丝杆螺母的运动限制为沿着筋做直线运动, 能更好的配合丝杆螺母将泥浆挤出料筒; 在料筒的装料端增加四个立柱, 一是可以便于料筒与电机支架之间采用双头螺柱联接, 在螺栓两头安上螺母, 拆卸这种联接时, 不

用拆下螺柱, 避免了被连接件螺纹孔磨损失效, 适用于多次拆装. 二是为丝杆螺母向料筒口处移动提供了足够的空间, 便于将丝杆螺母与料筒分离, 使得使用者方便将泥浆装入料筒.

### 3 陶艺3d打印机打印头的运动轨迹分析

图 3 展示了模拟打印出圆柱形物体和星形物体时打印头的运动轨迹. 根据打印头的运动轨迹可以反解出 Delta 型 3D 打印机中滑车的位置, 进而得出打印头平稳运动时的电机转速.

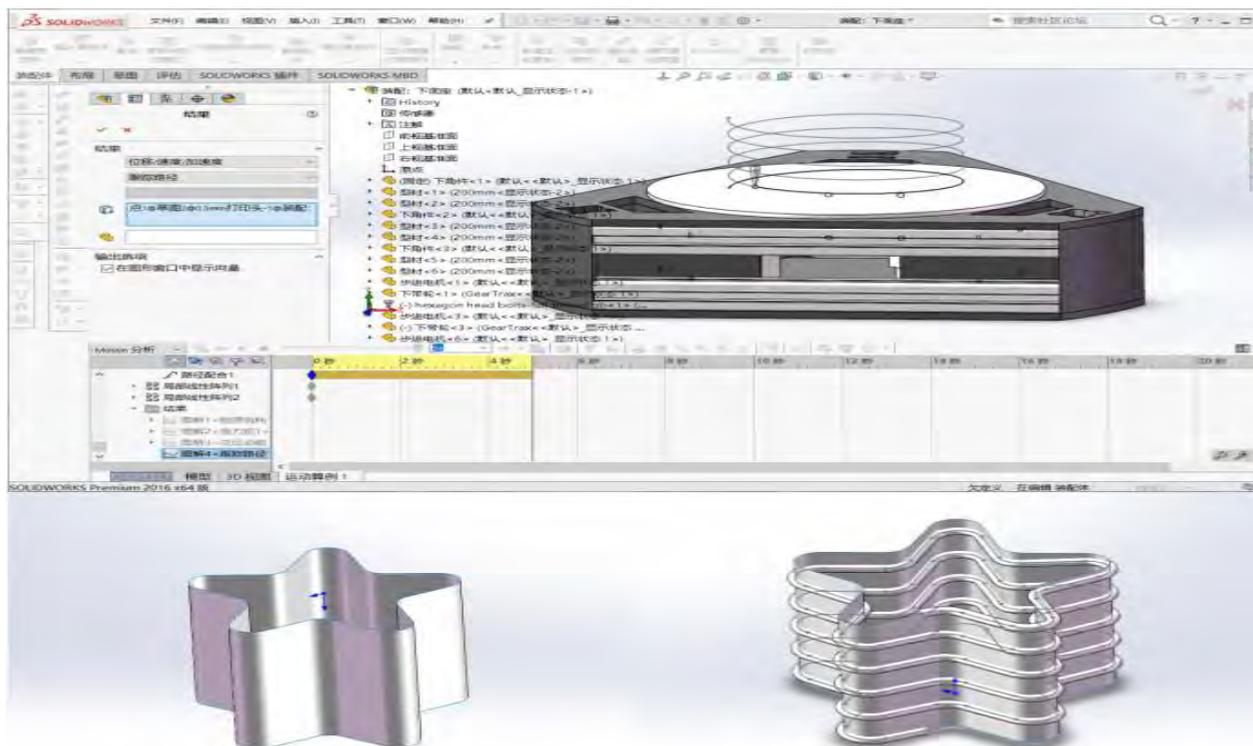


图 3 打印头打印  $\phi 100$  的圆柱形运动轨迹 (上) 打印头打印星形物体模型 (左) 运动轨迹 (右)  
Figure 3. print head prints cylindrical motion track of  $\phi 100$  (top) print head prints star object model (left) motion track (right)

### 4 结束语

主要利用了 solid works motion 运动分析, 对陶艺 3D 打印机打印头的运动轨迹进行运动分析. 模拟了陶艺 3D 打印机各大运动部分的运动情况, 从理论上证实了所设计的陶艺 3D 打印机各大机构运动的可行性.

本文研究工作得到了国家自然科学基金 (51541503), 纺织新材料与先进加工技术国家重点实验室 (FZ2020008), 湖北省数字纺织装备重点实验室, 湖北省自然科学基金 (2020CFB769) 的资助.

### References

- [1] Li Yaogang, ye Xiaomeng, Ji Hongchao, Zhang Xuejing, Zheng Lei. Design and optimization of screw extruder for 3D printer of precursor ceramic materials [J]. Journal of Beijing University of technology, 2019,45 (12): 1173-1180

- [2] Zhang Jing, Zhou Jing, Duan Guolin. Study on extrusion mechanism of ceramic 3D printer based on screw pump feeding [J / OL]. China Mechanical Engineering: 1-11 [2020-03-03]
- [3] Cheng Jiajian, Hu Fuwen. Kinematics simulation analysis and experiment of SCARA ceramic 3D printer [J]. Industrial technology innovation, 2017,04 (04): 28-33
- [4] Cong RIYUAN, Du Yungang, Lu Yue, Ma haopeng. Design and simulation analysis of extruder for ceramic 3D printer [J]. China ceramic industry, 2019,26 (04): 13-17
- [5] Ding Chengjun, Wu Wei, Zhu Zhihui. Structural design and kinematic analysis of ceramic 3D printer [J]. Journal of Tianjin University of technology, 2018,37 (01): 83-88
- [6] Ye Xiaomeng. Design and Simulation of slurry extrusion device for ceramic 3D printer [D]. North China University of technology, 2019.
- [7] Li Yue. Structural design and optimization of parallel 3D printer [D]. Changchun University of technology, 2019.

*For citation:* Ivanov S.G., Guryev A.M., Guryev M.A., Zheng Quan, Lygdenov B.D., Mei ShunQi. Influence of chemical composition of strengthened steel on structure and formation mechanism of boronized layer //

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/3\\_6.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/3_6.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.021

UDK 669.017.3

## **INFLUENCE OF CHEMICAL COMPOSITION OF STRENGTHENED STEEL ON STRUCTURE AND FORMATION MECHANISM OF BORONIZED LAYER**

*S.G. Ivanov<sup>3</sup>, A.M. Guryev<sup>2,3</sup>, M.A. Guryev<sup>3</sup>, Zheng Quan<sup>2,3</sup>, B.D. Lygdenov<sup>1,2</sup>, Mei ShunQi<sup>2</sup>*

1 East-Siberian State University of Technology and Management, Ulan-Ude, Russia

2 Wuhan Textile University, Hubei Digital Textile Equipment Key Laboratory, Wuhan, China

3 Altai State Technical University, Barnaul, Russia

制造机械和工具零件的主要结构材料是铁, 具有相当高的综合生产性能 (高强度, 塑性) 和相对低的冲击韧性. 为了提高金属的性能, 一般采用铬, 钛, 钒等各种元素合金化. 在这种情况下, 铁合金的价值可能会增加若干倍. 提高钢铁的使用性能的另一方法是涂抹各种涂层, 表面扩散饱和是一种有效的涂层方法. 饱和和扩散能产生其他方法无法得到的涂层 (如硅化, 氮化, 硼化) 或较贵的镀铬.

在本文中对此进行了实验研究, 研究钢的化学成分和用于在微观结构中进行硼扩散的饱和介质的影响. 扩散涂层的操作性能和形成机理, 另外还使用了铬和钛的化合物, 饱和是用碳化硼的涂料进行的, 已选定 ST3, P6M5 和 5KNMF 作为强化材料.

复杂的多组分扩散强化可通过有利的组合提高机械和工具钢零件的性能和一些重要的特点 [1], 如在硼化过程中, 钛涂层的高腐蚀性和高耐磨性硼化处理或通过硼硅结合提高硼酸的稳定性. 然而, 下列因素阻碍了多个元素的同时扩散饱和:

- 活性原子在被饱和表面俘获时的竞争
- 饱和元素活性原子在被表面吸收之前的化学反应
- 在扩散过程中原子与各种化学亲和力相互竞争

因此, 多个元素的扩散饱和往往在几个阶段就饱和元素的数量进行, 会增加硬化过程的能量和时间成本. 因此, 研究硼和合金原子同时扩散的机制是解决多个元素的混合饱和问题的一项重要任务. 在被强化表面吸收之前, 减少或完全消除活性原子之间的化学反应; 并创建一个放射性原子浓度梯度, 深入产品形成所需的相和化学成分的化合物 [2,3].

为了实现这些目标, 需要研究现代方法形成复杂扩散层的结构规律, 研究和分析形成扩散多元层的动力学. 此外, 有必要研究工艺因素的影响, 例如过程的

温度和时间, 周期性温度变化的存在, 其幅度, 温度变化率等. 在形成活性原子的过程中, 它们被硬化的表面捕获并扩散, 从而形成具有最佳机械性能的化合物.

A.M. Гурьева 教授开发了用于复杂的同时进行硼钛化和硼铬化的原始成分和技术, 这使得将饱和过程的时间和能源成本降低了 3-20 倍成为可能. 在这项工作中, 根据强化钢和饱和介质的化学成分, 对扩散硼涂层的形成机制进行了研究. 饱和模式选择了相同的饱和介质的所有钢: 过程温度为 970°C, 过程时间为 2.5 小时. 试验结果产生了各种结构钢和工具钢的多组分涂层, 最好的样品见图 1 机械性能.

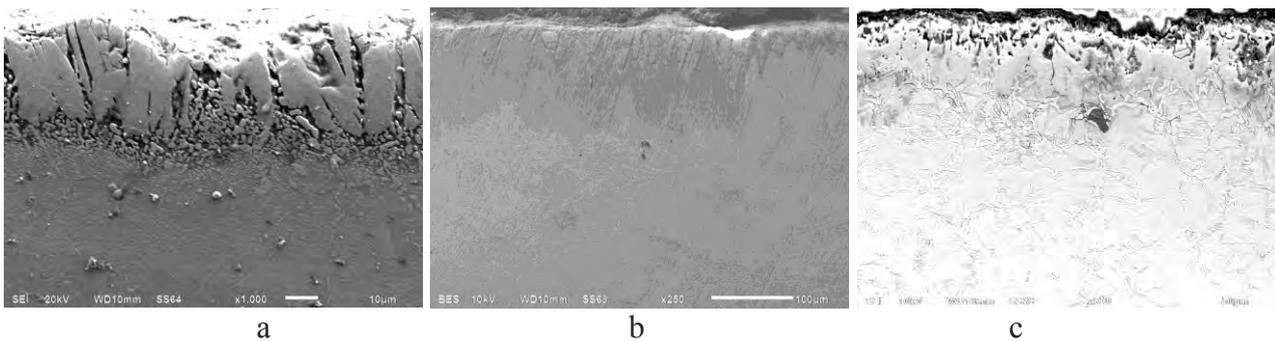


图 1. 各种钢渗硼层扩散微观结构,

a — ST3 钢硼铬层, b — P6M5 钢硼化层, c — 5KNMF 钢硼化层

Figure 1. Diffusion microstructure of various steel boronized layers, a-ST3 steel boron-chromium layer, b-P6M5 steel boronized layer, c-5KNMF steel boronized layer

如图 (1) 所示, 在硼化过程中, P6M5 钢是由高硼化的 FeB 相形成的, 该相具有高度的脆弱性和高拉伸应力, 由这一相产生的硼层在冷却后有单独优点, 当然, 这种涂层的性能将很差. 在高合金度同时进行硼化工艺的情况下, 强化钢的钛扩散困难重重, 因此在同时进行的过程中钛原子的硼钛原子聚集在产品表面并形成一种主要由钛硼构成的涂层, 几乎没有表面硬化. 因此, 在去除零件时几乎完全剥落. 在钢硼化过程中, P6M5 主要是硼化过程, 但有一小部分的铬原子, 它仍然能够使钢质表面增殖, 同时参与两个过程: 第一, 将碳素结合起来, 从硼原子表面挤压到碳化物和铬碳化硼, 第二, 结合多余的硼, 防止在硼层表面形成 FeB 相, 这有助于形成整个强化涂层, 并在某种程度上提高其可塑性. 在图 1 中, 铬的扩散点是在硼化物针之间的帧中心 — 这是一个高浓度的碳化物, 硼化物和铬碳化物, 主要是球状的.

由于模具钢主要与碳合金化, 因此进行的硼钛工艺会形成厚度为 5 至 25 $\mu\text{m}$  的扩散层, 但是, 在这种情况下, 也会发生硼化的主要过程; 钛仅通过固溶机理掺杂硼化铁. 随之而来的是, 大量的钛结合了被硼置换的碳, 这在一定程度上促进并加速了硼的扩散. 结果, 硼渗入该钢的区域延伸到 100-140 $\mu\text{m}$  的深度, 浓度最高可达 0.7%, 通常在过渡带中硼不会形成自己的化合物, 而是掺杂碳化铁, 形成 Fe<sub>3</sub>(C,B) 和 Fe<sub>23</sub>(C,B)<sub>6</sub> 型碳化物. 在钢硼化的同时, 由于铬和硼的扩散活动增加, 形成一个多孔的扩散层, 具有高度的脆性. 在这种情况下, 硼铬层以强化零件和高表面应力的形式, 产生了相当大的几何畸变, 因此, 机械加工这一层会导致它

失效. 在钢的硼化过程中, 5KNMF 钢形成一个典型的针状硼层, 其厚度为 25-40 微米, 可以保证工件良好工作. 用硼化物强化的 5KNMF 钢制品将具有很高的疲劳强度和耐磨性, 可以作为热冲压模具使用, 变形速度不超过 300 毫米/分钟.

## 结论

在进行的实验的基础上, 可以为扩散复合硼化物的工艺过程和饱和介质的组成制定基本要求:

— 必须将处理的温度和时间条件与饱和介质的化合物的扩散活性明确联系起来, 以获得最致密, 持久和稳定的涂层.

— 硬化过程的温度不仅对形成扩散层的动力学有重要影响, 而且对饱和混合物的化合物的扩散活性也有显著影响. 通常, 合金化金属元素化合物的扩散活性按以下顺序降低: 纯元素→氯化物→硼化物→碳化物→氧化物; 对于非金属元素系列的扩散活性如下: 氢化物→烃化物→纯物质→氧化物. 在这些系列中, 第一个部件的最低温度始于 850°C, 随后每个系列部件的最低温度都升高约 50°C.

— 随着温度每升高 10°C, 扩散层的形成速率增加约 0.02%, 但是, 随之而来的是, 其特性 (例如密度和可塑性) 下降.

## 参考文献 (References)

1. Борисенко, Г.В. Химико-термическая обработка металлов и сплавов. Справочник. / Г.В. Борисенко, Л.А. Васильев, Л.Г. Ворошнин и др. М.: Металлургия, 1981. 424с.
2. Гурьев, А.М. Физические основы химико-термоциклической обработки сталей / А.М. Гурьев, Б.Д. Лыгденов, Н.А. Попова, Э.В. Козлов. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2008. 250 с.
3. Гурьев, А.М. Структурно-фазовые состояния перспективных металлических материалов / А.М. Гурьев, О.А. Власова, С.Г. Иванов и др. под редакцией В.Е. Громова. Новокузнецк: Изд-во НПК, 2009 г. 613 с.
4. Патент №2345175 Российская Федерация, МПК: Способ упрочнения деталей из конструкционных и инструментальных сталей: №2007112368/02: заявл. 03.04.07: опубл. 27.01.09. / А. М. Гурьев, С. Г. Иванов, Б. Д. Лыгденов, С. А. Земляков, О. А. Власова, Е. А. Кошелева, М. А. Гурьев. Бюл. № 3.
5. Патент №2381299 Российская Федерация. Способ упрочнения стальных деталей: №2008118705/02: заявл. 12.05.08: опубл. 10.02.10. / А. М. Гурьев, С.Г. Иванов, О. А. Власова, Е. А. Кошелева, М. А. Гурьев, Б.Д. Лыгденов. Бюл. №4.
6. Лыгденов Б.Д., Гурьев А.М., Гармаева И.А. Влияние режимов борирования на упрочнение поверхности уплотнительного кольца из стали 40ХН2МА//Фундаментальные проблемы современного материаловедения. 2007. Т. 4. № 2. С. 90-93
7. Лыгденов Б.Д. Интенсификация процессов формирования структуры диффузионного слоя при химико-термической обработке сталей // диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / ГОУВПО "Алтайский государственный технический университет". Барнаул, 2009.

For citation: Liu Teng, Zhou Shi, Wang Jian. Simulation analysis of the sound field in the car based on the finite element method //

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/3\\_7.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/3_7.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.022

UDK 629.33

## SIMULATION ANALYSIS OF THE SOUND FIELD IN THE CAR BASED ON THE FINITE ELEMENT METHOD

*Liu Teng<sup>1</sup>, Zhou Shi<sup>1</sup>, Wang Jian<sup>1</sup>*

1 School of Mechanical Engineering and Automation, Wuhan Textile University, Wuhan, 430073, China;  
E-mail: 651672560@qq.com, meishunqi@vip.sina.com

### 0 引言

随着当今社会的城市化和交通事业化的飞速发展, 噪声污染问题引起人们的高度重视, 尤其是在民用领域. 然而汽车行业的发展更为迅速, 顾客对汽车的各种性能的要求越来越高, 节能, 环保, 舒适已经成为现代汽车改进的主要方向 [1]. 车辆产生的噪声可以分为车辆向外辐射的噪声和车辆内部乘员室的噪声, 而车辆内部乘员室的噪声是影响车辆乘坐舒适性的一个重要因素 [2]. 改善汽车内部声学环境并降低车辆的噪声水平是各国家政府部门和车辆制造商普遍关注的问题 [3]. 因此本文采用有限元方法对汽车模型进行仿真分析, 为汽车驾驶室声学设计提供理论依据和数据支持.

### 1 汽车车身和内部空腔室有限元模型

在建立车身的几何模型时本文对车身进行了一定的简化, 省去了车辆内外的所有装饰物品和零部件. 将汽车车身几何模型导入到 hypermesh 里, 对汽车车身模型进行网格的划分了, 设定材料本身的弹性模量  $E$ , 泊松比  $\mu$  和密度  $RHO$ , 仿真研究里汽车车身的材料本文选择的是钢板 [4].

表 1 汽车结构材料属性

*Table 1. Automotive structural material properties*

弹性模量 $E$	泊松比 $\mu$	密度 $RHO$
(2.022.1) MPa	0.280.31	7.85e-9ton/

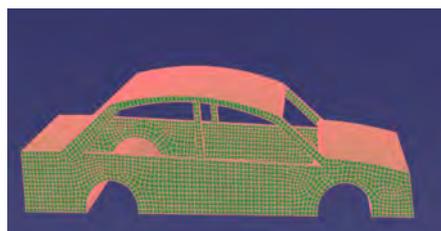


图 1 汽车车身模型的网格划分图

Figure 1. Meshing diagram of car body model

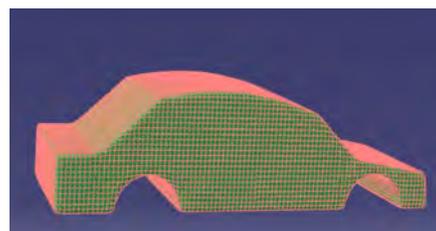


图 2 汽车车身内腔模型网格划分

Figure 2. Meshing of car body cavity model

## 2 汽车模型模态分析

### 2.1 车身结构模态分析

在 hypermesh 前处理时车身的材料本文已经定义为了钢, 所以在 Virtual. Lab 里本文也要给车身内腔定义一种材料, 选择的是 Virtual. Lab 里流体材料 (Fluid Material) 选项中的 Air [5,6]. 众所周知发动机是车辆噪声和振动的一个主要来源, 所以本次课题的激励载荷选择的是车头位置处的发动机激励载荷.

表 2. 车身前 4 阶的模态固有频率表

Table 2. The modal natural frequency table of the front 4th order of the car body

模态阶号	频率 (Hz)	模态阶号	频率 (Hz)
1	45.974	3	73.518
2	62.391	4	83.183

从上面的这些车身结构模态振型图本文可以看出车身的主要变化集中在车顶前部位和前车窗侧壁部位, 这也就说明了这两个地方是整个汽车车身最为薄弱的地方. 从图 3 前四阶结构模态振型图的变化程度来看, 如果汽车车身长时间处于这些阶数振型频率的作用下, 车身就容易造成疲劳损坏.

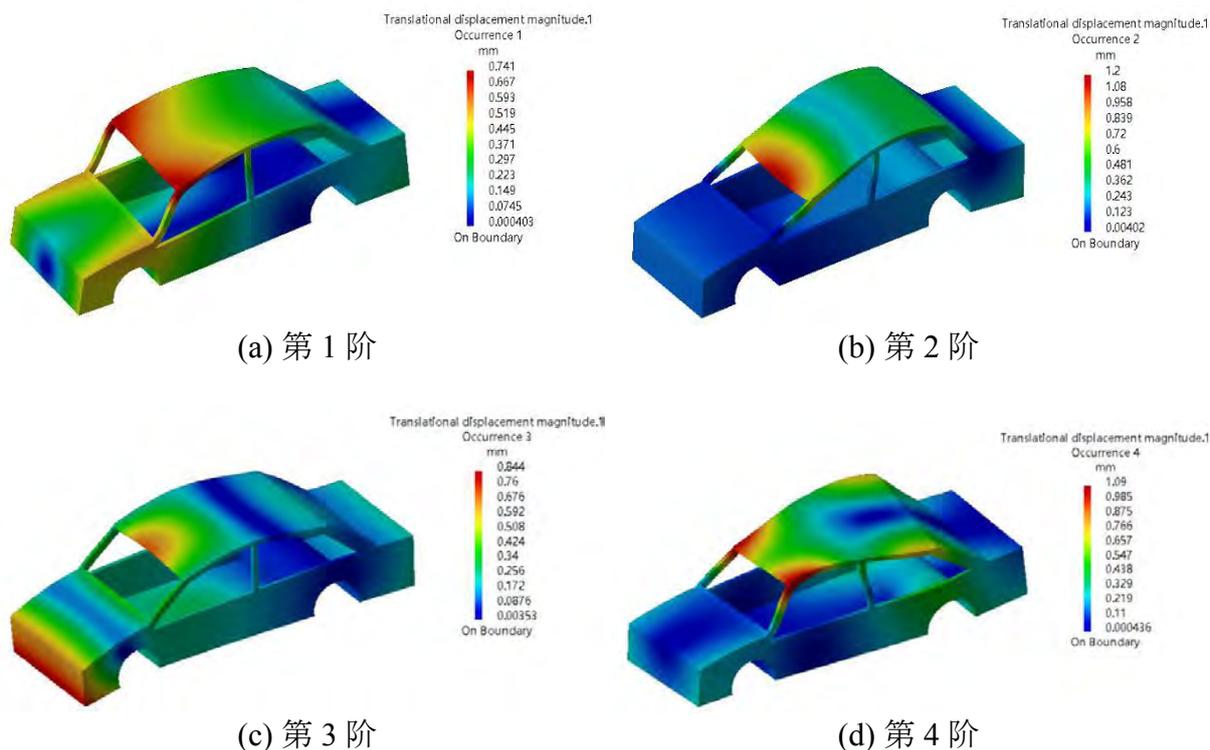


图 3 前四阶车身模态振型图

Figure 3. The first four-order car body mode shape diagram

### 2.2 汽车内腔模型声学模态分析

从得出的结果来看, 这些声压级云图与上面结构模态分析得出的振型云图有许多相同的地方, 这些声压级云图的主要变化处也是集中在汽车车身顶部前

端, 前车窗侧壁和前挡风玻璃底部. 即汽车车身顶部和车窗侧壁的振动是引起汽车车身产生内部噪声的一个主要原因.

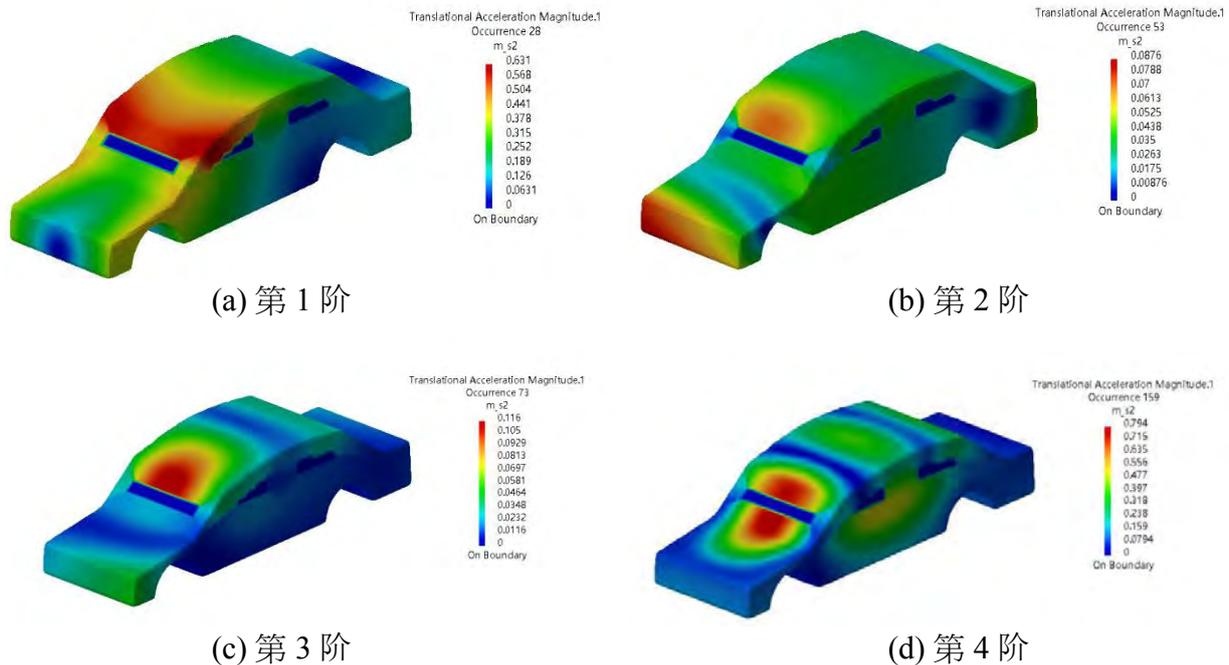


图 4 前四阶汽车内腔声压云图

Figure 4. The first four-order car inner cavity sound pressure cloud map

### 3 结束语

在进行汽车车身模型的结构振动模态分析时, 从最后得到的汽车车身各阶结构模态振型云图中不难发现这些云图都是有着相同的地方的. 这些振型图都是在同一个激励载荷的作用下得出来的, 只是它们所处的频率不一样, 进行完汽车车身内部模型声学仿真运算后, 从得到的声压级云图同样可以看出这些图的变化规律是和汽车车身结构模态振型图是相似的, 云图主要的变化区域是相同的, 尤其是两者处在相同的一个频率时. 通过有限元方法对汽车进行仿真分析, 为汽车驾驶室声学设计提供理论依据.

### 参考文献 (References)

- [1] Li Shunming, Yi Chuijie, Zhao Yucheng, Xu Qingyu. The development of vehicle internal cavity noise analysis and control research [J]. Journal of Agricultural Machinery, 1998, (02): 166+169-171+167-168.
- [2] Edited by He Yusheng, Automobile Noise Control [M]. Machinery Industry Press, 1999.
- [3] He Meiyu, Song Xiaoyan, Li Gang. Research and design of a new type of automobile engine sound insulation device [J]. Hubei Agricultural Mechanization, 2020(01):133.
- [4] Cui Huailong. The application of finite element technology in the sound field of truck cab [J]. Mechanical Research and Application, 2018, 31(02): 61-63+68.
- [5] Li Zenggang, Zhan Fuliang. Virtual. Lab Acoustics Advanced Application Examples of Acoustic Simulation Calculation [M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2010.
- [6] Zhan Fuliang, Xu Junwei. Virtual. Lab Acoustics Acoustics simulation calculation from entry to proficiency [M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2011.

*For citation:* Luo Wei, Yang Li-Ye, Mei Shun-Qi. Preparation of polyurethane nanofiber membrane by centrifugal spinning //

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/3\\_8.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/3_8.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.023

UDK 677.02

## PREPARATION OF POLYURETHANE NANOFIBER MEMBRANE BY CENTRIFUGAL SPINNING

*Luo Wei<sup>1,2</sup>, Yang Li-Ye<sup>1,2</sup>, Mei Shun-Qi<sup>\*1,2</sup>*

1 Wuhan Textile University, Wuhan 430200, China;

2 Hubei Digital Textile Equipment Key Laboratory, Wuhan 430073, China

E-mail: meishunqi@vip.sina.com ; address: 1094595786@qq.com

### 0 引言

离心纺是一种新型的纳米纺丝纤维设备, 纳米纤维作为纳米材料的一种, 有孔隙率高, 比表面积大, 长径比大, 表面能和活性高, 纤维精细程度和均一性高等特点, 同时纳米纤维还具有纳米材料的一些特殊性质 [1], 已经广泛应用在分离和过滤, 生物及医学治疗, 电池材料, 聚合物增强, 电子和光学设备等方面 [2]. 目前生产纳米纤维常用的方法是静电纺丝, 尽管静电纺丝在学术研究上很流行, 但电纺工业用途广泛受到限制, 主要是生产效率低. 为避免使用高压, 改善生产效率低的问题, 离心纺丝成为一种可替代的制备纳米纤维的方法 [3-4].

本文对离心纺丝法制备聚合物纳米纤维进行研究分析, 通过对不同溶液配比, 针头大小, 工作转速等因素进行研究调试, 来制备出良好的纳米纤维, 并压制成膜, 为纳米纤维的应用开展有益的探索.

### 1 离心纺丝装置

离心纺丝是一种高速低成本的制备纳米纤维的方法 [5]. 如今离心纺丝的产品已广泛应用于医疗, 生物, 能源等领域. 其装置简单, 生产效率高, 且环保, 装置结构如图 1. 在离心纺丝中, 将溶液置于离心装置头部, 当转速达到临界, 离心力克服射流表面张力, 从纺丝头中喷射出射流, 经过拉伸固化, 最终以纤维的形式沉积在收集器上 [6-7].

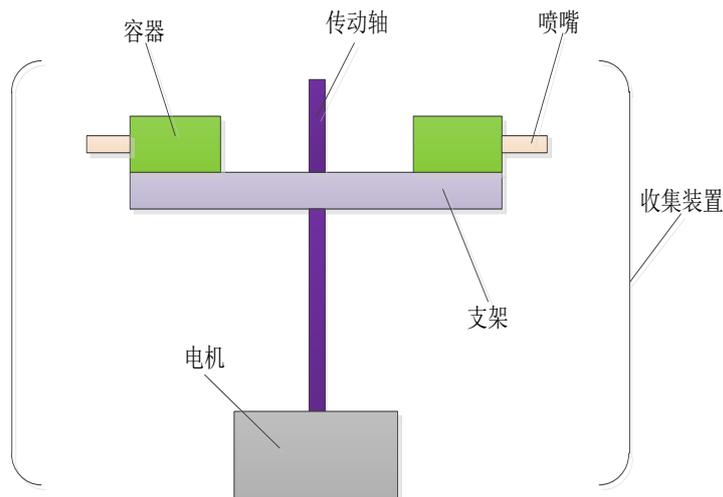


图 1 离心纺丝装置示意图

Figure 1. Schematic of a centrifugal spinning device

## 2 聚氨酯溶液的制备

聚氨酯 (TPU) 具有硬度范围广, 机械强度高, 加工性能好等优良特性, 在电子, 汽车, 防弹玻璃等领域得到广泛应用 [8].

聚氨酯 (TPU) 购买于阿拉丁. N,N-二甲基甲酰胺 (DMF) 购买于国药. 分别将不同溶液配比的聚氨酯 TPU 溶于 DMF 中, 并在  $80^{\circ}\text{C}$  下搅拌 11 小时, 得到 TPU 混合溶液.

本实验制备两种不同配比的 TPU 溶液, 在  $3000\text{rpm}/\text{min}$  和  $4000\text{rpm}/\text{min}$  下进行纺丝. 分别做了一下四组实验: 1)  $15\text{wt}\%$  TPU,  $3000\text{rpm}/\text{min}$ ; 2)  $15\text{wt}\%$  TPU,  $4000\text{rpm}/\text{min}$ ; 3)  $20\text{wt}\%$  TPU,  $3000\text{rpm}/\text{min}$ ; 4)  $20\text{wt}\%$  TPU,  $4000\text{rpm}/\text{min}$ . 利用  $26\text{g}$  大小的针头进行纺丝.

## 3 实验结果

利用本实验室自主搭建的离心纺丝装置完成上述 4 组实验.

第一组实验  $15\text{wt}\%$  TPU,  $3000\text{rpm}/\text{min}$  在转速起步阶段未有纤维生成, 当转速增加到  $3000\text{rpm}/\text{min}$  无明显纤维.

第二组实验  $15\text{wt}\%$  TPU,  $4000\text{rpm}/\text{min}$ , 当转速增加到  $4000\text{rpm}/\text{min}$  时, 也未能观察到纤维的产生, 显然溶液过稀, 液体未能达到固化. 难以形成纤维. 如图 2 所示.

第三组实验增大了溶质重量, 制备出  $20\text{wt}\%$  TPU 溶液, 在离心纺丝中, 得到较多的纤维, 纤维形貌如图 3 所示. 观察收集装置上沉积的纤维发现, 纤维成型不均匀, 且在空气流体的作用下, 纤维有明显的破坏, 不足以达到压膜的条件.

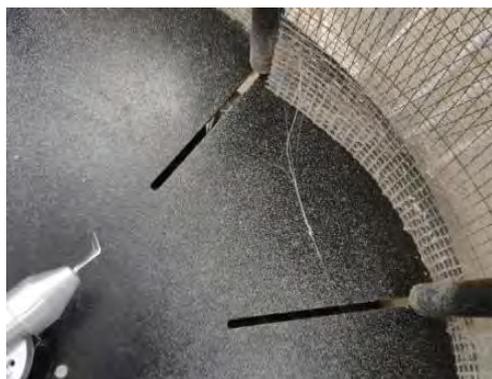


图 2 15wt% TPU 纤维  
Figure 2. 15wt%TPU fiber



图 3 18wt% TPU 纤维  
Figure 3. 18wt%TPU fiber

第四组实验, 制备出 20wt% TPU 溶液. 在转速升至 4000rpm/min 下, 肉眼可见纤维的产生, 且有序的堆积在收集装置上, 得到较多且排列均匀的纤维, 如图 4 所示. 并将收集到的纤维放入 60°C 烘干箱中并用重物将其压住, 热压 2h 制成膜, 如图 5 所示, 通过螺旋测微器测得 10 $\mu$ m 的纤维膜.



图 4 20wt% TPU 纤维  
Figure 4. 20wt%TPU fiber



图 5 20wt% TPU 纤维压膜  
Figure 5. 20wt% TPU fiber laminate

通过上述四组实验的结果可以得出, 在配备 20wt% TPU 的溶液, 在转速在 4000rpm/min 下, 可以产生有序的纳米纤维.

#### 4 结束语

本文通过离心纺丝装置制备了不同比例的 TPU 溶液, 结果表明, 20wt% 的 TPU 溶液在 4000rpm/min 下, 可得到均匀较好的纳米纤维. 综上所述, 离心纺丝技术作为一种新型的技术, 仍在不断发展, 在纳米纤维的制备上提供了新的发展空间.

#### 参考文献 (References)

- [1] Dong Yajie, Mei Shunqi, et al. Study on Fabrication Technology of Nanofiber through Centrifugal Rotor [J]. Advanced Textile Technology. 2017, 25(6):81-86.
- [2] Kenry Lim CT. Nanofiber technology: current status and emerging developments [J]. Prog Polym Sci 2017, 70: 1-17.

- [3] Wu HL, Zhang CH, Feng L, et al. Progress in preparation of nano-porous oxide by electrospinning [J]. Mater Rev 2016, 30(2): 44-47.
- [4] Wang SX, Yap CC, He J, et al. Electrospinning: a facile technique for fabricating functional nanofibers for environmental applications [J]. Nanotechnol Rev 2016, 5(1): 51-73.
- [5] Fang Y, Dulaney AR, Gadley J, et al. A comparative parameter study: controlling fiber diameter and diameter distribution in centrifugal spinning of photocurable monomers [J]. Polymer 2016, 88: 102-111.
- [6] ZhiMing Zhang, YaoShuai Duan, et al. A review on nanofiber fabrication with the effect of high-speed centrifugal force field [J]. Journal of Engineered Fibers and Fabrics. 2019, 14:1-11.
- [7] Barnes CP, Sell SA, Boland ED, et al. Nanofiber technology: designing the next generation of tissue engineering scaffolds [J]. Adv Drug Deliver Rev 2007, 59(14): 1413-1433.
- [8] Takasaki M., Sugihara K., Ohkoshi Y. et al. Thermoplastic polyurethane ultrafine fiber web fabricated by laser electrospinning [J]. Fiber, 2010, 66 (7): 168-173.

For citation: QI Di, WANG Jinyin. Structure Design of Let-off System of Multilayer Cylindrical Loom //

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/3\\_9.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/3_9.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.024

UDK 677.02

## STRUCTURE DESIGN OF LET-OFF SYSTEM OF MULTILAYER CYLINDRICAL LOOM

QI Di<sup>1</sup>, WANG Jinyin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Hubei Digital Textile Equipment Key Laboratory, School of Mechanical Engineering and Automation,  
Wuhan Textile University, Wuhan 430073, China

### 0 引言

三维机织技术是在单层织物编织技术的基础上发展起来的一种织造三维多层织物的织造技术,其作为复合材料的增强体部分.三维织物是通过单层经纱与单层经纱通过纬纱交织的方式而形成的织物结构.按照传统的织机,会有五大机构:引纬,开口,打纬,卷曲和送经,这几种机构相互协调工作来完成经纬纱的不断织 [1-5].筒状结构件是一种广泛应用于工程的基本构件,使用筒状织物作为增强体的复合材料具有质量轻,耐疲劳性能优异,耐腐蚀性能好等特点 [6].

故本文主要围绕多层圆筒织机,在现有技术的基础上,对被动送经方式的机械结构进行改进设计,使其形成一个闭环的负反馈系统,有效的解决了张力不均对织物结构和性能的影响.

### 1 多层圆筒织机的总体结构设计

织机的五大运动均会对经纱的张力产生影响,导致控制经纱张力时要考虑的因素较多,研究送经系统的目的即是保持经纱张力的稳定 [7].整体结构示意图如图 1 所示.

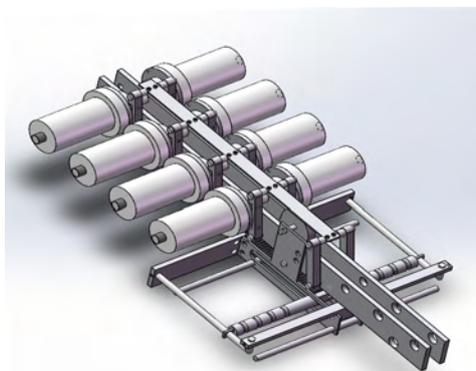


图 1 圆筒织机送经结构示意图

Figure 1. Schematic diagram of the let-off structure of the cylindrical loom

在机械结构的设计中提出了运用负反馈系统对经线的张力进行控制, 运用齿条齿轮机构将经线的径向位移转变为旋转运动, 实现力作用形式的转变; 运用凸轮连杆机构将齿轮产生的角位移传递给凸轮, 并由凸轮的旋转将角位移转变为连杆垂直方向上的位移, 再由曲柄将连杆移动产生的角位移传递到连架杆, 引起摩擦轮和摩擦片之间压力的变化, 以负反馈的形式控制经线张力, 形成一个闭环系统, 如图 2 所示. 此系统有较快的响应速度和对张力能较为准确的控制.

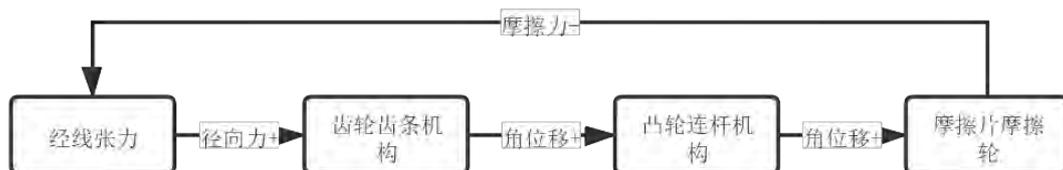


图 2 各机构传动示意图

Figure 2. Schematic diagram of transmission of each mechanism

## 2 动力传递机构

本设计选用齿轮齿条的配合运动来将经线所受的张力通过固定在齿条上的轴使齿条径向移动, 从而带动齿轮的转动, 运用这一机构可以实现直线位移和旋转运动的转变, 改变力的作用形式. 齿轮采用偏心齿轮的设计, 在齿条的带动下转动一定的角度, 并通过齿轮和凸轮之间的连杆将角位移传递给凸轮, 为凸轮连杆机构提供主动力, 通过设计合理的齿轮偏心距和凸轮的轮廓线, 将角位移按照一定的比例进行传递. 如图 3 所示.

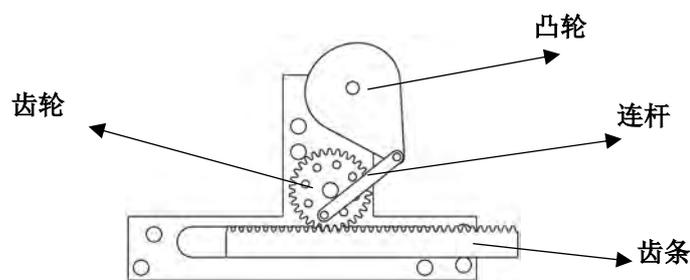


图 3 齿轮凸轮连接方式

Figure 3. Gear cam connection method

## 3 经线张力调节机构

凸轮可以把运动传递给紧靠在边缘上可以自由移动的推杆, 根据推杆所需要的运动规律设计凸轮的轮廓曲. 连杆机构采用双曲柄机构, 由于在工作过程中需要保证两连杆的角位移, 角速度和角加速度的一致, 故选择一种特殊的双曲柄机构, 平行四边形机构, 可以保证传动的平稳性, 使各连架杆的受力一致, 且便于调整和控制. 双曲柄机构中的连杆在凸轮机构中相当于推杆的作用. 在稳定状态下, 曲柄通过弹簧施加的拉力让连杆与凸轮紧密接触, 如图 4 所示.

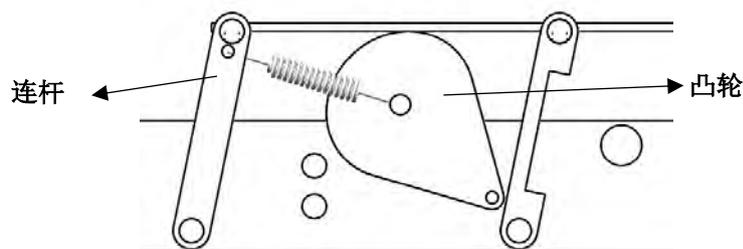


图 4 凸轮连杆机构

Figure 4. Cam linkage mechanism

在工作时, 凸轮将旋转产生的角位移转变为垂直方向上直径的变化, 推动连杆向上运动, 在双曲柄机构中将推杆作为主动件, 带动曲柄克服弹簧拉力进行旋转, 根据平行四边形机构的特点, 其余的连架杆也会转动相同的角度, 达到一对多的控制目的, 可以保证同一组的经线受力一致.

#### 4 经纬筒与摩擦轮设计

采用左右对称的方式进行布置, 可以降低织造过程中经线张力变化的幅值, 提高织物的质量. 为了方便更换纱线, 提高织造的效率, 每个经线筒都配有一个摩擦轮, 并通过销连接在一起, 保持经线筒和摩擦轮的同步转动, 需要更换纱线时, 只需拆掉顶端的固定螺母, 取出经线筒并更换, 如图 5 所示.

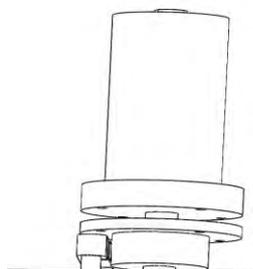


图 5 经纬筒

Figure 5. Warp and weft cylinder

这样的设计可以在更换经线时不会对送经系统的机械结构有任何的变动, 降低安装误差对张力控制的影响. 经线张力通过齿条齿轮机构和凸轮连杆机构, 将径向力以角位移的形式传递到连架杆上, 摩擦片安装在连架杆上, 通过轴限制摩擦片只能进行轴向移动, 并在摩擦片和连架杆之间安装压缩弹簧, 使摩擦片和摩擦轮始终紧密接触. 如图 6 所示.

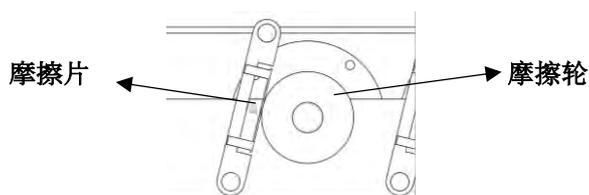


图 6 摩擦片与摩擦轮

Figure 6. Friction plate and friction wheel

连架杆的角位移将会使摩擦轮和连架杆之间的直线距离缩短 (变长), 从而导致也摩擦片相连的弹簧被压缩 (伸长), 由于弹簧的反作用力, 摩擦片和摩擦轮之间的压力会变大 (变小), 经线筒在转动过程中克服的摩擦力也会增大 (减弱), 从而达到控制经线张力的作用.

## 5 结束语

本文关于多层圆筒织机送经系统的结构设计, 将齿轮凸轮等机构进行结合, 构成一个负反馈系统, 以被动送经的方式完成系统信号的传递, 安装方便, 维护简单可以有效的解决传统的被动送经机构出现的问题. 通过改进机械传动的结构, 使系统的响应速度快. 张力的波动幅度小, 可以有效的提高织物的质量.

## 参考文献 (References)

- [1] Ge C, Yuqing G, Shen L. Design of the loom Shaft Drive system [J]. Journal of Textile Research, 2006(4): 24-28.
- [2] Hongxia Y. Optimization design of shedding mechanism and weft system of three-dimensional loom [D]. Donghua University, 2015.
- [3] Binbin H., Yixuan W., Chao L., Mei Z. The design of the shedding mechanism of a three-dimensional loom [J]. Textile Equipment. 2015(1):14-15.
- [4] Dan R. Research and design of the shedding principle and shedding mechanism of carbon fiber three-dimensional tubular fabric weaving [D]. Donghua University, 2012.
- [5] Yongming Q., Hongxia Y., Jiang Y., Ge C. Development of electronic shedding system for 3D loom [J]. Journal of Textile Research, 2014(12): 45-51.
- [6] Tingting Y. The forming method of the new three-dimensional tubular fabric [J]. Industrial textile products. 2015, (8): 9-12.
- [7] Ge C., Zhihong S., Shen L. Development of the electronic let-off and take-up control system of the loom [J]. Journal of Donghua University (Natural Science Edition), 2003, 29(3); 51-54.

*For citation:* WANG Jinyin, Qi Di. Kinematic analysis of the weft insertion system of the multi-layer fabric loom based on SolidWorks //

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/3\\_10.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/3_10.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.025

UDK 621.01

## KINEMATIC ANALYSIS OF THE WEFT INSERTION SYSTEM OF THE MULTI-LAYER FABRIC LOOM BASED ON SOLIDWORKS\*

*WANG Jinyin<sup>1</sup>, Qi Di<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Hubei Digital Textile Equipment Key Laboratory, School of Mechanical Engineering and Automation,  
Wuhan Textile University, Wuhan 430073, China

### 0 引言

出于国防需求的不断提高,人们对高新复合材料的骨架制备向更宽方向发展.当剑杆长度增加后,剑杆的下垂和弯曲将直接影响引纬的质量.因此有必要开展相关研究工作.

作为圆锥型织机,圆筒型织机的关键部分,引纬机构对提高织物的效率,织物的质量以及织物的成本都起了重大作用.国内对碳纤维多层机织装备的研发从未停止,杨建成等 [1] 研究开发碳纤维多轴向经编机及技术,多层角联机织装备及技术和立体管状织造装备及技术,刘薇等 [2] 开发出一套碳纤维多层角联合织造装备,对其引纬机构的研究尚需深入开展.作为圆锥织机,圆筒织机引纬机构的关键部件,飞梭的运动学性能直接影响整个机构的工作性能 [3].

在了解了圆锥型织机,圆筒型织机工作原理,并对引纬机构进行了静力及运动学分析的基础上,基于 SolidWorks 从机构分析,优化设计,运动学等几个方面对引纬机构展开研究和讨论.

### 1 引纬机构工作原理

引纬运动作为织机五大运动之一,引纬机构的效率,织造最大幅宽一直是决定织机性能的一个关键性指标 [4].引纬运动要求速度平稳,加速度减速度速度较低,并且无冲击 [5].多层圆筒织物织造设备的引纬机构属于有梭引纬的一种,与传统的引纬方式不同之处在于梭子是固定的 [6].在运动过程中,圆弧齿条与梭子进行快速的圆周运动时,会产生比较大的惯量,对于步进电机来说会产生失步的现象,从而影响每个电机的同步,因此其需要合适的加减速运动规律来减少对步进电机的冲击.

多层圆筒织物织造设备在织造织物时,需要倾斜角度来完成提综 [7].相邻每组综框之间有较大空间来放置引纬的传动部件,可用以完成引纬机构的设计.

---

\* This paper was supported by the Chinese Research Foundation (51541503).

引纬机构必须能够连续引纬,且能够提供较大的纬线张力.人工引纬时,由于经纱张力较大,每引一纬都要将纬线拉紧,而对于连续引纬来说,就对引纬机构设计的巧妙和控制系统的精确程度提出更高要求.

## 2. 引纬机构结构设计及运动学分析

### 2.1 引纬机构结构设计

如图所示是一种摩擦轮飞梭式的新型引纬装置,采用多步进电机控制引纬梭子的运动.整个装置中,摩擦轮与飞梭是交替式的啮合,使飞梭在运动过程中始终保持足够大的动力,且飞梭运动不会影响纱线的开口运动.该引纬装置主要问题是摩擦轮运动的同步性问题和对纬线张力大小的控制,因此多步进电机同步性控制方式和引纬张力控制是本文的研究重点.

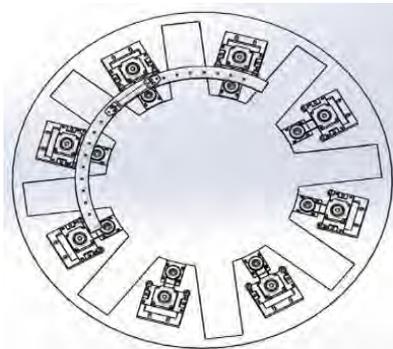


图 1 三维圆筒型织机引纬机构结构图  
Figure 1 The structure diagram of the weft insertion system of the three-dimensional cylindrical loom

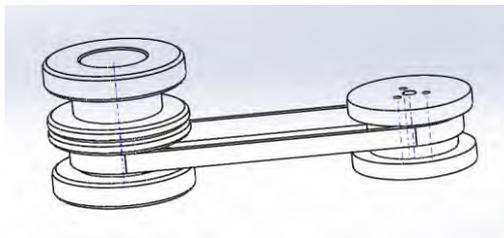


图 2 同步带结构图  
Figure 2. The structure diagram of the timing belt

织造圆筒织物时,一般要求织机在形成开口之后,引纬机构能够进行一次引纬动作并且不与其他经纱有任何干涉 [8]. 在圆筒织机的引纬方式中,其机构的实现方式是:

- 1) 引纬机构与开口机构联动;
- 2) 梭子上设置有滚轮,拨线杆和张力装置.

### 2.2 飞梭运动学分析

将圆弧齿条与支撑件的尺寸:  $R=330$ ,  $r=290$ ,  $R_1=323$ ,  $r_1=308$ ,  $R_2=335$ ,  $r_2=300$ ,  $B_1=12$ ,  $B_2=6$ ,  $B_3=8$ , 代入公式

$$Y_c = \frac{S_1 B_1 Y_1 + S_2 B_2 Y_2 + S_3 B_3 Y_3}{S_1 B_1 + S_2 B_2 + S_3 B_3}$$

求得  $Y_c = 277mm$ .

根据重心位置  $Y_c = 277\text{mm}$  可以看出当圆弧齿条做圆周运动, 重心就会沿着半径  $277\text{mm}$  的圆进行运动, 圆弧齿条组件重心处于导向支撑滚轮中心线的下方, 导致圆弧齿条组件往内侧倾覆. 根据上述所分析的结果, 得出需要额外增加保证受力平衡的支撑件.

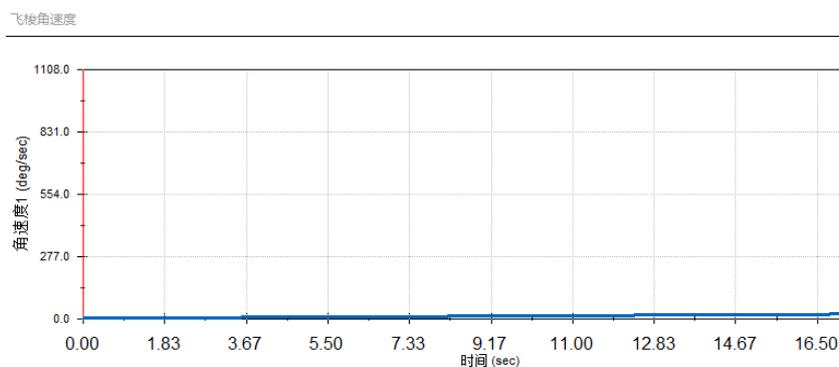


图 3 飞梭角速度曲线图

Figure 3. Angular displacement curve of the shuttle

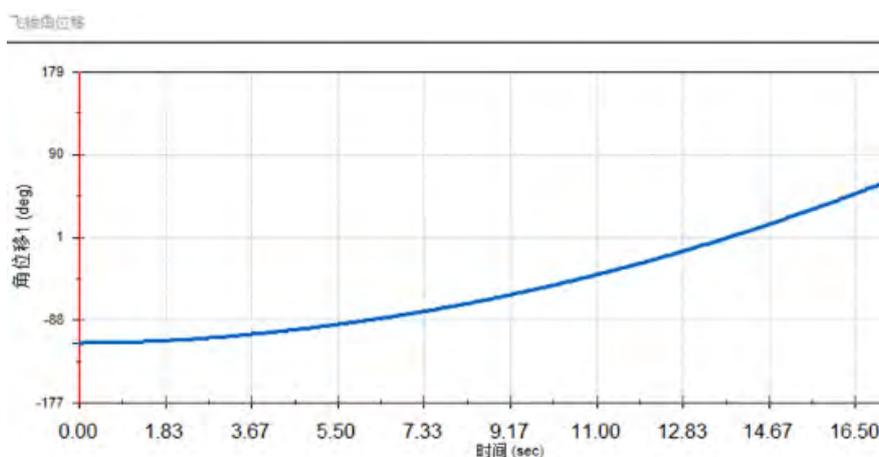


图 4 飞梭角位移曲线图

Figure 4. Angular velocity curve of the shuttle

### 3 结束语

本文通过对圆锥圆筒型织机的引纬圆弧齿条进行受力分析, 得出能维持引纬运动稳定的重心位置, 以及通过 SolidWorks 软件进行运动学分析, 可以分析选出最适合引纬运动的驱动电机型号, 其中电机的转速是得出最后结论的重要依据.

### 参考文献 (References)

- [1] Yang Jiancheng. Equipment and technology of carbon fiber multi-corner weaving [J]. Textile Machinery, 2014(04): 88-89.

- [2] Liu Wei, Jiang Xiuming, Yang Jiancheng, Liu Guohui, Hou Yangqiang. The integrated design of carbon fiber multi-layer angle knitting equipment [J]. Journal of Textile Research, 2016, 37(04): 128-136.
- [3] Lin Fusheng, a new type of three-dimensional loom. Hubei Province, Wuhan Textile University, 2018-03-14.
- [4] Li Jiaqi. Design and dynamic analysis of conjugate cam weft insertion mechanism for heavy rapier looms [D]. Xihua University, 2020.
- [5] Jin Guoguang, Zhang Yangyan, Wei Zhan, Chen Lisha, Wu Guangtao. Design and dynamic characteristics of high-speed conjugate cam weft insertion mechanism [J]. Journal of Tianjin Polytechnic University, 2017, 36(04): 73-78.
- [6] Tan Wei, Lin Fusheng, Wan Hui, et al. Weft insertion mechanism of a multi-layer cylindrical loom: CN108677354A[P]. 2018.
- [7] Zhang Renfeng, Zhao Xiaoqing, Bai Yu. Analysis and research on the principle scheme of weft insertion mechanism of carbon fiber multilayer loom [J]. Joint Journal of Tianjin Vocational Colleges, 2018, 20(08):107-111.
- [8] Jin Guoguang, Li Wenqi, Wei Zhan, Chang Boyan. Analysis and simulation of rigid-flexible coupling dynamics of spatial four-bar weft insertion mechanism [J]. Journal of Tianjin Polytechnic University, 2018, 37(04): 72-77.

*For citation:* Xu Qiao, Mei Shunqi, Zhang Zhiming, Lygdenov Burial. Research on course system construction and teaching methods for textile machinery specialty in artificial intelligence age //

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/3\\_11.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/3_11.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.026

UDK 621

中图分类号: G642.3

## RESEARCH ON COURSE SYSTEM CONSTRUCTION AND TEACHING METHODS FOR TEXTILE MACHINERY SPECIALTY IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE AGE

*Xu Qiao<sup>1</sup>, Mei Shunqi<sup>1</sup>, Zhang Zhiming<sup>1</sup>, Lygdenov Burial<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> School of Mechanical Engineering & Automation, Wuhan Textile University, Wuhan, Hubei, 430070, China

### 1 前言

人工智能时代的到来对新时代纺织机械人才培养提出了新要求,传统的课程设置不能精准的满足社会需求,课程建设难以体现以学生为本,课程内容不能反映新知识,新科技成果,不能培养学生的跨学科能力.科学的课程体系建设对深化教育改革,培养满足社会需求的高质量人才起着决定性的作用 [1],是具体落实办学指导思想和办学理念,实现人才培养目标的实施路径与关键所在.课程体系改革是深化教育改革的一个核心问题之一,也是深化教育改革中最为复杂的基础工程,课程对学生全面发展起着决定性的作用 [2].

人工智能背景下纺织机械专业传统的课程体系需要改革,纺织机械专业课程体系构建以社会需求,知识体系和个性发展为出发点,融入专业能力,方法能力和社会能力,使之与自动化,计算机,互联网,智能制造等学科融为一体.

### 2 纺织机械课程体系建设方法与路线

高等教育过程中存在人才培养与社会发展,经济需求脱节的问题,究其原因主要在于人才培养目标的设计没有充分考虑社会需求 [3],致使课程体系大量雷同,没有特色,与职业需求脱节.因此,按行(产)业企业人才需求定位人才培养目标,按人才培养目标重构课程体系是深化教育改革的应然选择.

#### 2.1 传统纺织机械课程体系的局限性

传统纺织机械课程体系存在的主要问题包括: (1) 课程内容体系是建立在知识的系统性和完整性之上的,在知识点的选择和安排上没有脱离传统的教学理念; (2) 现有的教材知识性内容较多,很难适应人工智能时代教学要求,知识机构和案例均有滞后于行业的现象,造成学生在学习的过程中理论与行业现状脱节的问题; (3) 现有课程实验教学内容中验证性实验和演示性实验内容仍然偏多,

单个实验项目所涉猎的知识点比较单一, 实验中学生对知识点的掌握上只限于几个相对孤立的知识点, 学生自己动手和动脑思考的机会仍显不足, 缺乏对各知识点之间的相互贯通.

## 2.2 行(产)业企业人才需求分析

我国是纺织大国, 也是纺织机械生产和消费大国, 但我国纺织行业运行的整体技术装备水平与世界先进水平相比仍有较大差距. 纺机装备制造业的机电一体化和智能化水平亟待提高; 棉纺织设备中无梭织机, 自动络筒机仅占 25% 和 21%, 而发达国家在 90% 左右; 化纤行业现有生产能力中 20 世纪 90 年代以前的技术装备仍占很大比重, 设备平均能源单耗比国外先进水平高 77.5%, 新型大容量生产技术和设备仍依赖进口; 我国纺织装备与国际先进水平相比仍有较大差距, 高端纺织装备仍依赖进口. 主要原因包括: 缺乏自主创新的纺织装备产品, 大多是仿造再设计; 缺乏对纺织机械设计制造的关键技术的深入研究开发; 缺乏从事纺织装备研究开发与创新设计的高级专门人才.

## 2.3 人才培养目标定位

人工智能时代纺织机械专业将以现代纺织产业链的人才需求为导向, 主要是区域经济社会创新发展, 纺织产业升级转型发展和行业背景高校特性发展, 集中校内外优质教学与科研资源, 着力将政府的政策优势, 学校的特色优势, 区域的产业优势转化为人才培养优势, 努力培养具有国际视野, 独立思维能力和完善人格的知识, 能力品格协调发展的应用型创新人才, 如图 1 所示.

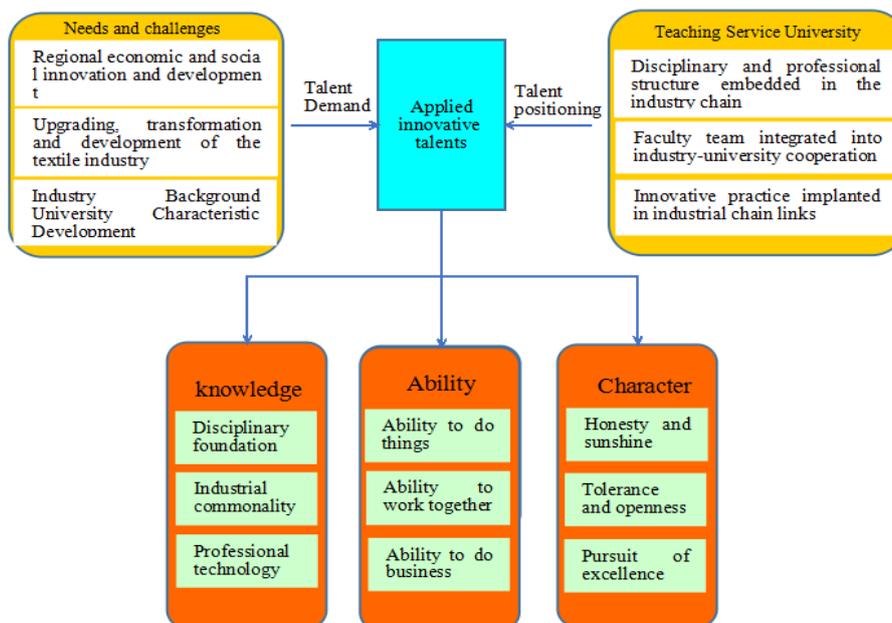


Figure 1. The connotation of Applied Innovative Talents

## 2.4 模块化课程体系的确立

根据人才培养目标确定达到人才培养目标所需要的知识和技能,制定与之相契合的课程体系.作为深化教育改革的人工智能时代,如何向社会提供具有国际视野,独立思维能力和完善人格的知识.

能力品格协调发展的应用型创新人才和科学的课程体系是人工智能时代社会角色的核心定位.人工智能时代人才培养与课程体系设计本着两个基本原则:一是课程体系结构要尽可能满足社会就业需求的紧缺人才,同时课程内容,课程教学形式要与时俱进;二是要注重人才培养和课程体系设计过程中的先进理念,强调创新素质的培养.

人工智能时代纺织机械专业课程体系包括五个模块:通识课程模块,占总学分 22.06%,为必修内容;学科基础课程模块,占总学分 31.47%,为必修内容;专业课程模块,其中必修占总学分 8.53%,选修占总学分 20.59%;实践教学模块其中必修占总学分 9.71%,选修占总学分 1.76%;阳光素质教育模块 5.88%.

## 3 课程体系建设的措施与保障

本着知识,能力,素质协调发展,突出学生创新精神,实践能力和创新能力培养的指导思想,根据社会和企业对纺织人才的需求,对课程体系,教学内容,教学方法与手段,实践教学等方面进行改革.

### 3.1 课程教学内容革新

(1) 整合更新教学内容,实现与行业前沿接轨:一是,修订教学大纲,以递进的层次,按照人工智能时代现代纺织学院培养计划规划课程内容体系,将课程分成三大部分:理论篇,实践,工程实践篇.二是,实时更新,理论与案例跟进行业前沿,及时调整教辅材料,让学生了解行业的最新发展状况.

(2) 丰富教学资源,开拓学生的工程视野:首先建设丰富的工程案例库,并配合理论章节对案例单元进行划分;其二,运用企业的真实项目文档,来增加学生对于工程的实际认识,获得更深刻的经验体会.

(3) 强化实践教学体系,针对我国机械工程教育领域存在着许多不足,普遍反映校企合作不充分,实习也成了走过场等问题 [4],完善实践育人功能.根据行业发展对人才培养的需要,更新实践教学内容;结合企业生产过程,和企业联合开发实践课程,行业企业深度参与培养过程.丰富实践教学课程资源;联合企业共同设置学生课外研究课题和创新性实验项目,强化学生科研训练;结合学校和企业的优势,构建 «基础+综合设计+研究创新» 层次分明的模块化,系列化和相对独立的梯度实践教学体系,在创新设计实践中鼓励学生应用体系化,实用的解决发明创造问题的方法 — TRIZ 理论 [5] 去解决新产品的开发问题,培养创新思维.

### 3.2 教学方法与手段革新

革新教学方法, 激发学生的学习主动性: 一是多元组合教学方法, 包括启发式教学法, 案例教学法等; 二是重建教学角色, 增进学生主动性; 三是增加创新型教学活动, 包括模拟项目课堂训练, 模拟需求课后练习, 实际动手设计加工. 从«重视教» 转为 «重视学», 即从 «教师传授知识给学生» 向 «让学生主动发现和创造知识» [6], 从着重以教师为主, 研究在课程教学中教什么, 怎么教, 到以学生为主, 研究学生应该学什么, 怎么学 [7], 信息时代如何把学生吸引到课堂? 变消费式学习为创造式学习 [8].

### 3.3 考核方式革新

建立以工程能力为导向的评价机制. 在各个教学环节学生成绩的评定上, 改变传统的一考定成绩的做法, 注重过程考核, 着重考核学生的学习态度, 学习能力, 知识掌握程度, 合作精神, 工程意识, 创新意识和专业技能等.

针对独立设置的积累学生工程经历的校内校外实践教学环节, 实施由学校专业教师和企业工程技术人员联合进行工程能力评价的考核方式, 并逐步实施企业, 学校和企业代表相结合的联合考核.

## 4 总结

人工智能时代纺织机械专业课程体系建设和教学方法研究目前还处于探索阶段. 以纺织行 (产) 业企业人才需求为依据, 制定人才培养目标, 以人才培养目标为中心建立模块化课程体系. 课程既强调知识的综合性, 实用性, 又强调创新能力, 综合分析和解决生产实践问题的能力. 整合更新教学内容, 丰富教学资源, 强化实践教学体系, 保障模块化课程体系的建立; 革新教学方法, 激发学生的学习主动性; 改革考核方式, 建立工程能力为导向的评价机制, 完善课程体系中的评价机制, 对人工智能时代应用型创新人才培养有着重要的意义.

## 参考文献 (References)

1. Liu Xianjun. The development trend of university curriculum construction [J]. Higher Education Research, 2014, 35 (2): 62-69.
2. Li Bo. Reconstruct the curriculum system of local colleges and universities according to the training model [J]. Educational Research, 2011, (8): 59-63.
3. Liu Aihua, Zhang Hongli, Guan Zhiguang. Research on the reform of the training program for mechanical design and manufacturing and automation professionals under the new situation [J]. Education Modernization, 2020, (17): 23-25, 36.
4. Wang Hui, Yu Yong, Hu Xiaoqing. Research on the current situation of the mechanical design professional curriculum system under the background of intelligent manufacturing [J]. Volume, 2020, Volume 10 (12): 269.
5. Huang Ming. Application-oriented undergraduate colleges and universities mechanical majors adapt to the reform and practice of "new engineering" — Taking Chengyi College of Jimei University as an example [J]. Journal of Liaoning Institute of Science and Technology, 2020, Volume 22 (1): 34 -36.

6. Wang Jiugui. The construction of a professional curriculum system for machinery manufacturing technology oriented by the needs of the textile industry [J]. *New Curriculum Research*, 2017, (8): 69-70.
7. Jin Shoufeng. The construction of a mechanical innovative engineering technical talent training system for engineering education certification [J]. *Education Information Forum*, 2018, (5): 33-34.
8. Chen Ge, Shan Hongbo, Zhou Qihong. Mechanical engineering and automation professional construction with textile machinery characteristics [J]. *Textile and Apparel Education*, 2013, (3): 181-184.
9. Li Xinrong, Jiang Xiuming, Yang Jiancheng, Wang Xiaowei. The construction of the innovation ability training system for engineering majors [J]. *Educational Theory and Practice*, 2014, (36): 13-14.
10. Ao Hongrui, Zhang Hongsheng, Yan Hui. The construction of a mechanical professional curriculum system oriented to "Made in China 2025" [J]. *Mechanical Design*, 2018, 38-41
11. Wang Yongming, Qi Xiaoli. Curriculum system reform of mechanical specialty based on engineering education certification standards [J]. *Education Teaching Forum*, 2019, (15): 124-125.
12. Wang Qiang. Research on the construction of mechanical professional curriculum system under the background of integration of production and education [J]. *Quality Education in West China*, 2018, Volume 4 (11): 170, 172.
13. Wang Shuanqiao, Fang Jiaqing. Construction of the construction machinery professional curriculum system in line with industry enterprise standards [J]. *Inner Mongolia Science and Technology and Economy*, 2018, (2): 36-37.
14. Li Li, Zhu Dalin, Fang Zifan, Du Xuan. Research and Application of Mechanical Specialty Curriculum System with Hydropower Characteristics [J]. *Times Education: Journal of Education and Teaching*, 2011, (1): 20-21.

For citation: YANG Liye, LUO Wei, MEI Shun-Qi. Design of Suction and Cloth Folding Mechanism of Automatic Sleeve Slit Machine //

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/3\\_12.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/3_12.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.027

UDK 677.02

## DESIGN OF SUCTION AND CLOTH FOLDING MECHANISM OF AUTOMATIC SLEEVE SLIT MACHINE

YANG Liye<sup>1</sup>, LUO Wei<sup>1</sup>, MEI Shun-Qi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Hubei Digital Textile Equipment Key Laboratory, School of Mechanical Engineering and Automation, Wuhan Textile University, Wuhan 430073, China

E-mail: meishunqi@vip.sina.com ; 1850294718@qq.com

### 0 引言

衬衫是一类需求消耗量大的主要服装之一,目前国内关于衬衫的加工设备基本上处于半自动化阶段,用工较多,很大程度上还需依赖操作员工技术熟练度 [1]. 作为服装生产行业的主要特种设备,衬衫袖衩缝制设备虽然经历了多年的发展,仍然处于自动化程度不高,且衬衫生产工艺复杂,传统衬衫袖衩生产模式采用一台设备完成一道工序的方法,存在生产效率低,产品品质不高等问题,严重制约着我国服装行业的发展.

装备的智能化是智能制造的核心,纺织智能制造装备涉及的关键技术包括:智能控制,网络化与信息化,纺织智能装置与机器人,纺织装备智能检测与故障诊断,工序装备连接,纺织装备的大数据与建模等 [2]. 开发高智能化,多工序集中,高效率,对操作人员熟练程度依赖不强的衬衫袖衩自动化缝制设备,是今后衬衫及其它服装机械发展的重点. 本文在仔细了解袖衩缝制工艺的前提下,着重对特定的宝剑头袖衩所适用的自动折布机构进行设计改进.

### 1 自动袖衩机吸风折布机构的工作原理及过程

衬衫关键部位的缝制工艺以及缝制方法都影响着衬衫成品的质量,如领口,袖口,以及袖衩等部件的质量很大程度上影响着整件衬衫的服装品质 [3]. 常见的衬衫袖开衩按形状分两种:平袖衩和琵琶袖衩,琵琶袖衩也称为宝剑头袖衩,也是最常见的男士衬衫袖衩.

袖衩条制作过程中,需要对袖衩条裁片按预定形状进行折边和折角 [4,5]. 对于衬衫袖衩的缝制,会涉及到大袖片,小袖片及袖口三大部分的缝制时序和位置差异 [6]; 形成了以下几个自动袖衩机缝制过程中的关键步骤:

- (1) 按照宝剑头袖衩相应要求裁剪出正确尺寸的大袖衩,小袖衩及袖口布片;
- (2) 将小袖衩放置袖片衩口处进行缝制,保证缝制的规整;

- (3) 将大袖衩放入袖衩折布机构的工位上, 经过吸风装置后再进行折角和折边动作;
- (4) 当大袖衩折叠到一定程度时, 再将需要折叠的袖口片放置相应的位置;
- (5) 将折叠规整的袖衩片送至缝制工位, 进行大小袖衩的缝制.

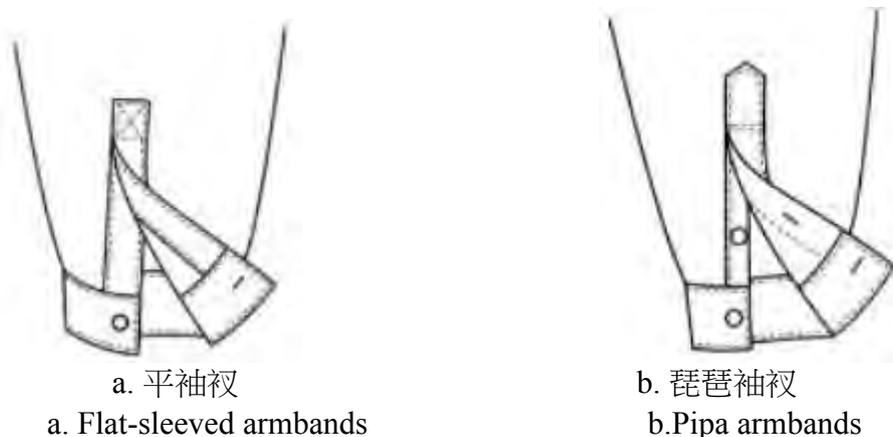


图 1 典型的衬衫袖衩类型  
Figure 1. Typical shirt sleeve type

## 2 自动袖衩机吸风折布机构的设计

研究的袖衩机的袖衩条折叠装置主要是针对宝剑头袖衩的折叠, 所需折叠的袖衩放置在相同形状的凹槽中, 宝剑头凹槽形状及尺寸如图 1 所示

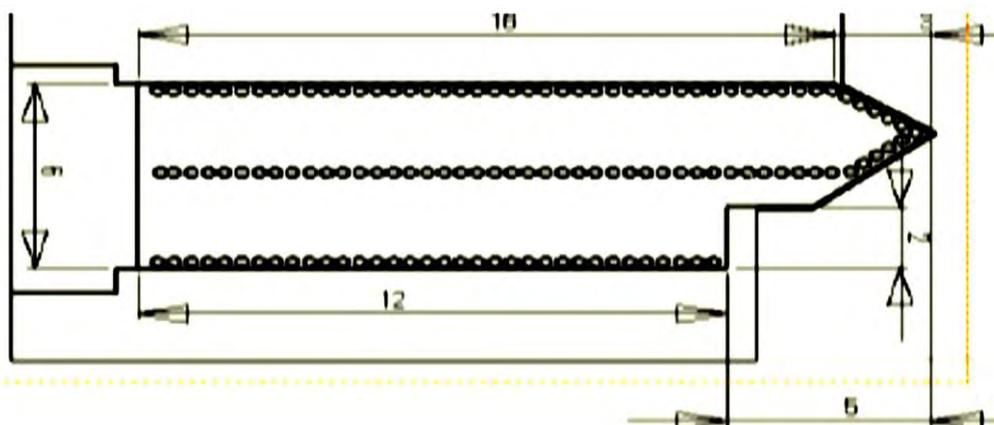


图 2 折叠袖衩的凹槽零件图  
Figure 2. Slot part drawing of folding sleeve slit

在该宝剑头凹槽的下面还存在着吸风装置, 折布过程中吸风装置始终工作, 透过吸风孔起到对多余布料的吸附, 进而形成折痕. 在吸风的作业下, 折边装置工作, 沿着折痕把上翘部分压下, 由于织物组织自身具有一定的透风性, 因此袖衩条裁片上翘部分被压下后受到吸风作用以及自身的重力作用能够向凹槽底部贴紧, 最后折角装置对袖衩条的宝剑头顶端进行折角, 得到一个 «V» 形的端部.

结合宝剑头袖衩手工折叠的过程,再加以创新,设计出如图3所示的自动袖衩机吸风折布机构总装配图,各个装置在总装配图中位置也如图所示.吸风及自动折叠装置包括了用于吸附残余布料至凹槽内壁的吸风装置,用于对袖衩条一端进行折角的折角装置,用于折叠宝剑头袖衩两边的折边装置,用于定型袖衩的辅助定型装置,这些装置通过气缸及步进电机的配合最终实现袖衩条的智能快速折叠.

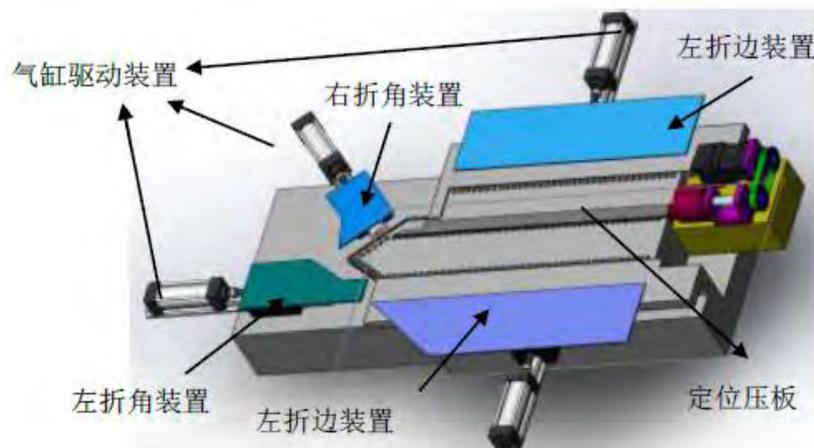


图3 袖衩机袖条自动折叠装置总装配图

Figure 3. General assembly drawing of automatic folding device for sleeve strip of sleeve slit machine

其特征在于,吸风板上设置有辅助折边和折角的折痕凹槽,吸风孔位于该凹槽的底部;折边装置包括设置在机架上的第一类型气缸,主要为横向的往复运动从而实现折边工作;折角装置安装在底板最前端,并配合第二类型气缸纵向往复运动从而实现折角共工作;位于所述凹槽上方的定位压板用于贴压铺设于折叠成型后的袖衩条上的袖口裁片.

### 3 自动袖衩机吸风折布机构的传动方案

折边折角机构的传动方案均由气缸作为驱动系统,推动与折边板,折角板连接的滑块在直线导轨上进行往复运动进而完成折边,折角动作.左右折边板尺寸为 $4*14\text{mm}$ , $3*14\text{mm}$ 的矩形切割而成,并且其厚度均为 $0.1\text{mm}$ ,零件图如图4所示,材料可选用较轻且抗腐蚀性强的铝合金,可设定总推力大致在 $30\text{N}$ ;左右折角板的外形尺寸都是基于 $3*7.5\text{mm}$ , $2.5*4\text{mm}$ 的矩形切割而成,且厚度 $0.1\text{mm}$ ,材料使用铝合金类,设定推力在 $12\text{N}$ .

根据气缸理论出力表,折边机构可选用小型标准气缸JSI 10×30型,内径 $10\text{mm}$ ,活塞杆直径 $4\text{mm}$ ,工作压力 $0.5\text{Mpa}$ ,提供的推力 $F_1$ 为 $40\text{N}$ ,拉力 $F_2$ 为 $33\text{N}$ ,其行程设置在 $22\text{mm}$ 左右;折角机构可选用标准气缸JSI 6×20型,内径 $6\text{mm}$ ,活塞杆直径 $3\text{mm}$ ,工作压力 $0.5\text{Mpa}$ ,提供的推力 $F_1$ 为 $14\text{N}$ ,拉力 $F_2$ 为 $11\text{N}$ ,其行程设置在 $16\text{mm}$ 左右;后续可根据电磁阀加以控制气缸运行速度,选择上述类型气缸均能够平稳完成折布板的折边及折角动作[7].

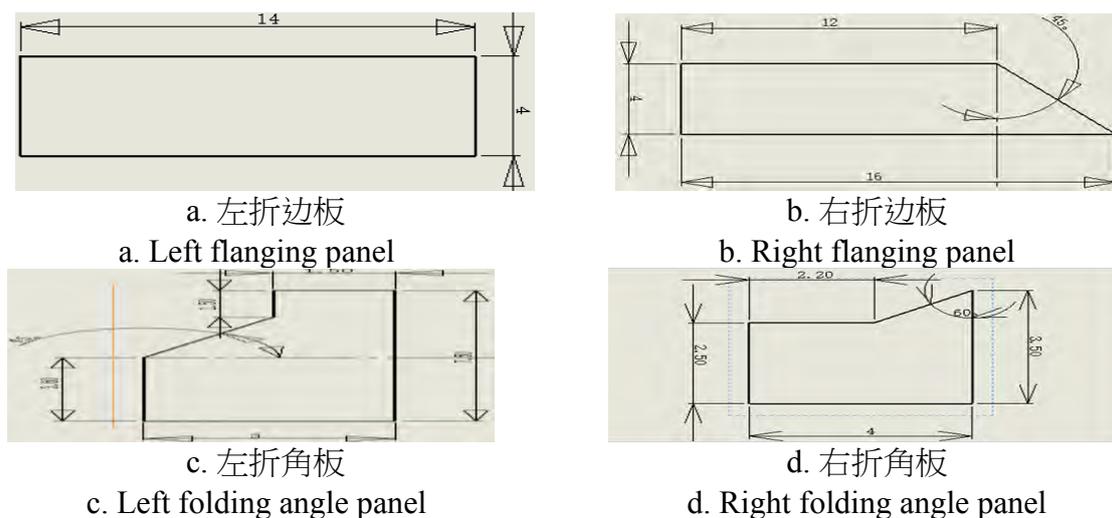


图 4 折边板, 折角板零件图

Figure 4. Parts diagram of folding board and corner board

#### 4 结束语

本文详细介绍了袖衩制作工艺, 并以此为理论基础重点设计和分析了袖衩机吸风折布机构, 分析了折布机构的运动路径, 设计出相应的传动方案. 吸风装置通过与折边折角装置的配合实现袖衩条的智能快速折叠, 省去人工熨烫袖衩条裁片折边的工序, 减少了工人劳动强度, 弥补了本领域类似研究的空缺, 也为提高袖衩自动缝制设备的智能化提供了一种思路.

#### 参考文献 (References)

- [1] Yang Xiaoqiang. Development of an integrated sleeve slitting machine [D]. Wuhan Textile University, 2014.
- [2] Mei Shunqi, Hu Guipan, Wang Jianwei, Chen Zhen, Xu Qiao. Discussion on some key technologies of textile intelligent manufacturing and equipment [J]. Journal of Textile Research, 2017, 38(10): 166-171.
- [3] Chen Wenqiang, Liu Zhiqiang. Innovative way of designing sleeves of shirts [J]. Design, 2019, 3213: 112-114.
- [4] Zhou Aiyong, Zhang Yaozhen. Discussion on the sewing technology and structure parameters of several typical shirt sleeves [J]. Journal of Textile Research, 2010 (1): 26-30.
- [5] Xu Yumei. Optimization and application of the production process of men's shirt cuffs [J]. Journal of Textile Research, 2018, 39(10): 110-114.
- [6] Wang Hongjian. Analysis and design of sewing mechanism for shirt [D]. Wuhan Textile University, 2014.
- [7] Huang Xiuli. Research on the sleeve structure and technology of men's suits [J]. Textile Science and Technology Progress, 2017(06): 43-45+48.

For citation: ZHANG Meng-Ying, YANG Li-Ye, CHAI Xu-Hui, WANG Bin, MEI Shun-Qi. The analysis of yarn balloon movement and tension for straight twister //

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/3\\_13.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/3_13.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.028

UDK 621.01

## THE ANALYSIS OF YARN BALLOON MOVEMENT AND TENSION FOR STRAIGHT TWISTER\*

ZHANG Meng-Ying<sup>1</sup>, YANG Li-Ye<sup>1</sup>, CHAI Xu-Hui<sup>1</sup>, WANG Bin<sup>2</sup>, MEI Shun-Qi<sup>1\*</sup>

1 Hubei Digital Textile Equipment Key Laboratory, School of Mechanical Engineering and Automation,  
Wuhan Textile University, Wuhan 430073, China

2 Yichang Jingwei Textile Machinery Co. Ltd., Yichang, 443000, Hubei, China  
E-mail: 2471038583@qq.com, meishunqi@vip.sina.com

### 0 引言

作为纺织品基础的纱线,其质量直接影响着纺织品的质量.在纺织工业中,捻线是生产高质量纱线的重要工艺.直捻机属轮胎帘子布生产工序的设备,用于对帘子线加捻.丝线在绕锭子高速旋转的过程中形成气圈.气圈曲线就是纱线的运动轨迹,而且纱线的张力与气圈形态密切相关.直捻机纱线张力与气圈的形态的研究对降低纱线断头率和提高纱线质量和生产效率具有十分重要的意义 [1].

直捻机是将两根放置在不同位置的原纱通过锭子和匀捻器进行加捻再合并成股线的机器,直捻机也属于捻线机,直捻锭子每转一圈产生一个捻度.与传统环锭捻线机相比,新型直捻机生产效率较高,而且直捻气圈张力稳定,捻度均匀,有利于提高捻线的质量.目前直捻机正在逐步取代传统的环锭捻线生产 [2].

自 20 世纪 50 年代英国学者 Mack 和 De Barr 在数学模型的基础上建立了有关气圈与张力的二阶微分方程组以来,国内外学者都在关注气圈理论的研究 [3]. Nerli 在推导气圈方程的过程中计算时采用了有量纲的形式,使其方法的通用性受到阻碍.在计算方法进一步发展时, Subhash K. Batra 等人总结前人在进行无量纲计算时的缺点,使用气圈与钢领半径之比和纵坐标与气圈高度之比作为参数,方程计算更方便,可以得到通用方程,与实际结合更恰当 [4]. 詹葵华对双气圈力问题进行分析,建立及求解双气圈模型并研究了双气圈纱线张力与气圈形态的关系 [5]. 梅顺齐教授通过气圈纱线的非稳定运动微分方程,研究纱线的振动,气圈形态和张力,多波节性,共振等问题 [6]. 几十年来为了提高纺纱质量和生产效率,工程技术人员没有停止过实践探索,学术研究人员从理论与实践相结合的角度也作了许多关于纺纱张力与气圈关系方面的研究,对于气圈形态和张力关系的研究具有广阔的发展前景,但是关于这方面理论的研究还不够完

---

\* This paper was supported by the Chinese Research Foundation: 51175385; 2012AAA07-02; 2014BHE010.

善, 对于直捻机气圈理论更是鲜少有人研究, 因此对直捻机纱线气圈和张力进行分析就具有十分重要的现实意义.

## 1 直捻机捻线原理

如图 1 所示, 直捻机的加捻原理是: 10 为筒子架上的外纱, 它经过筒子架罗拉张力的装置 1, 外纱张力器 2, 引纱管, 从直捻机锭子锭杆的底部进入, 随着锭子的高速旋转, 在储纱盘 3 的边缘被甩出来, 在储纱盘与其上方的纱线控制器 5 之间形成气圈 4. 气圈围绕着放在锭罐中的另一个卷装旋转. 位于锭罐中的卷装称为内纱, 内纱通过锭罐顶部的内纱张力器沿定子轴线向上到达纱线张力平衡器 5, 与外纱捻合在一起, 合股纱经过在线加捻控制装置 7, 旋转杆 6, 卷取罗拉 8, 形成加捻卷装 9, 完成整个加捻过程.

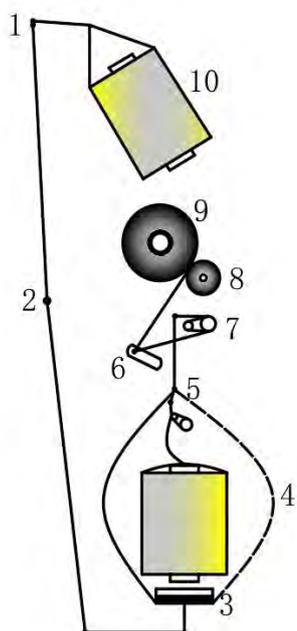


图 1 直捻机加捻过程

Figure 1. Twisting process of Straight twisting machine

- 1 – 筒子架罗拉张力的装置; 2 – 外纱张力器; 3 – 加捻盘/储纱盘; 4 – 外纱气圈;  
5 – 纱线张力平衡器; 6 – 旋转杆; 7 – 在线加捻控制装置; 8 – 卷取罗拉;  
9 – 加捻卷装; 10 – 筒子架上的外纱

- 1 – A device for the tension of the creel roller; 2 – External yarn tensioner;  
3 – Twisting tray/yarn storage tray; 4 – The yarn balloon; 5 – The balancer of yarn tension;  
6 – Rotating rod; 7 – On-line twist control device; 8 – Winding roller;  
9 – Twisting package; 10 – The outer yarn on the creel

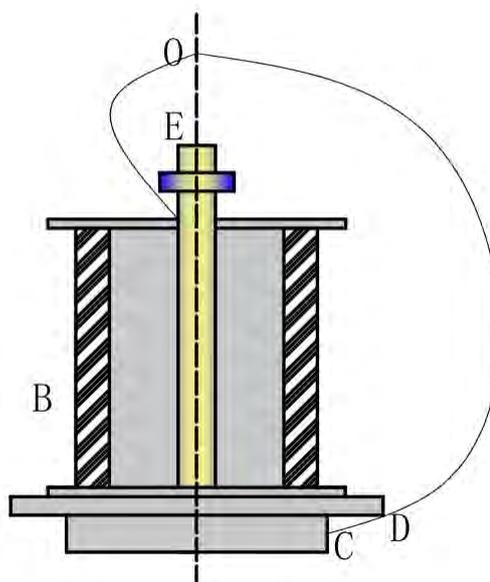


图 2 直捻原理图

Figure 2. The theory of Straight twisting

## 2 直捻机自由气圈段丝线的运动与张力分析

如图 3 所示, 以纱线张力平衡器处的 O 点为坐标原点, 锭盘的回转轴为 z 轴 (z 轴与锭子轴线重合), 以垂直向下作为 z 轴的正方向 [7]. 在柱面坐标系下, 建立

一个动坐标系  $R_1(r, \theta, z)$ . 取微元丝线段  $ds$  作受力分析.  $ds$  会受到四个外力的作用, 有丝线的张力  $dF_T$ , 沿着  $ds$  的法向空气阻力  $dF_{pn}$ , 沿着  $ds$  的切向空气阻力  $dF_{pt}$ , 纱线的重力  $dG$ . 并且产生了 3 个加速度, 即向心加速度  $a_n$ , 哥式加速度  $a_k$  和相对加速度  $a_s$ .

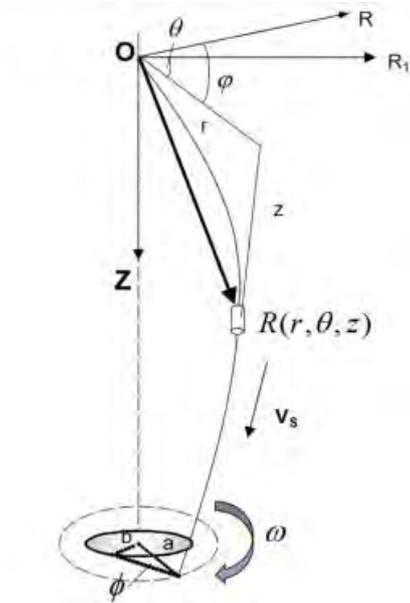


图 3 纱线微元的受力分析  
Figure 3. Analysis of stress acting on a yarn segment

纱线张力  $F_T$  的表达式为:

$$F_T = T[(r'' - r\theta'^2)e_r + (2r'\theta' + r\theta'')e_\theta + z''e_z] + T'(r'e_r + r\theta'e_\theta + z'e_z) \quad (1)$$

空气阻力与物体运动的速度有关, 其大小等于空气阻力系数与速度平方的乘积, 方向与速度方向相反.

法向空气阻力的表达式为:

$$F_{pn} = -p_n r^2 \omega^2 \sqrt{r'^2 + z'^2} \left[ \frac{rr'\theta'}{\sqrt{r'^2 + z'^2}} e_r - \sqrt{r'^2 + z'^2} e_\theta + \frac{r\theta'z'}{\sqrt{r'^2 + z'^2}} e_z \right] \quad (2)$$

切向空气阻力的表达式为:

$$F_{pt} = -p_t (r^2 \theta \omega - V_s)^2 \times (r'e_r + r\theta'e_\theta + z'e_z) \quad (3)$$

根据牛顿第二定律:

$$m ds (a_n + a_k + a_s) = (F_T + F_{pn} + F_G) ds \quad (4)$$

$$\text{联立上述表达式, 可以得到自由气圈段运动微方程组:} \quad (5)$$

$$\begin{cases} \omega^2 + 2r\theta' \omega V_s + V_s^2(r'' - r\theta') = T'r' + T(r'' - r\theta'^2) + P_t(r^2\omega\theta' - V_s)^2 \times r' - P_n r^2 \omega^2 (r'^2 + z'^2) \frac{rr'\theta'}{\sqrt{r'^2 + z'^2}} \\ m_0[-2r'\omega V_s + V_s^2(2r'\theta' + r'\theta'')] = T'r\theta' + T(2r'\theta' + r\theta'') + P_t(r^2\omega\theta' - V_s)^2 \times r\theta' + P_n r^2 \omega^2 (r'^2 + z'^2) \sqrt{r'^2 + z'^2} \\ m_0 V_s^2 z'' = T'z' + Tz'' + P_t(r^2\omega\theta' - V_s)^2 \times z' - P_n r^2 \omega^2 (r'^2 + z'^2) \frac{r\theta'z'}{\sqrt{r'^2 + z'^2}} - m_0 g \end{cases}$$

单位长度微元丝段  $ds$  的张力可以推导出来:

$$T' = P_t(\omega r^2 \theta' - V_s)^2 - m_0 g z' - m_0 r r' \omega^2 \quad (6)$$

由上式可以看出, 影响纱线气圈张力的因素有很多: 纱线的纤度, 锭子的转速, 纱线气圈的高度, 加捻部件 (加捻盘/储纱盘) 配置等. 纱线张力与气圈形态有着相同的变化趋势. 因此可以根据判断纱线张力的大小来判断纱线气圈的形态 [8].

### 3 结束语

本文通过对直捻机加捻过程进行分析, 并建立了直捻机从加捻盘到纱线张力平衡器之间的自由气圈段运动微方程组. 推导出单位长度微元丝段张力的表达式. 目前对直捻机纱线气圈张力的研究较少, 通过对纱线气圈受力分析弥补了在直捻机纱线气圈理论研究的空白, 为后续直捻机加捻技术的发展和研究直捻机锭子高速回转时的气圈形态和张力分布提供了参考.

### 参考文献 (References)

- [1] Launched K3501C1 new type high efficiency and energy saving cord straight twisting machine [J]. China Textile, 2016(10):76.
- [2] Yang Huaming. Discussion and analysis of energy-saving methods for direct twisting machines [J]. Textile Machinery, 2015(08):80-82.
- [3] Zhou Bingrong. Theoretical Research on Spinning Balloon [J]. Textile Equipment, 2006(05):5-12.
- [4] Hossain, M., Abdkader, A., & Cherif, C. Analysis of yarn properties in the superconducting magnetic bearing-based ring spinning process. [J]. 2018, 88(22): 2624-2638.
- [5] Zhan Kuihua. Establishment and solution of dual yarn balloon dynamic model [J]. Acta Mechanica Sinica, 2004(02):229-234.
- [6] Mei Shunqi, Fang Xiaochu. Study on several dynamic problems of balloon yarn [J]. Journal of Wuhan Institute of Textile Technology, 1998, 3(11):47-51.
- [7] Yin Rong. Research on Ring Spinning Balloon Theory [D]:[Master]. Donghua University: Mechanical Design and Theory, 2010.
- [8] Xinrong Li, Zhaoning Bu, Weiwei Chang, Pengfei Lv, Lidong Liu. Optimization of dynamic model of ring-spinning yarn balloon based on genetic-algorithm parameter identification [J]. The Journal of The Textile Institute, 2020,111(4): 484-490.

*For citation: Zheng Quan, Guryev M.A., Guryev A.M., Lygdenov B.D., Mei Shunqi. Multi-component diffusion hardening technology on the surface of mechanical parts and tools based on boron carbide mixture //*

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/3\\_14.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/3_14.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.029

UDK 669.017.3

## **MULTI-COMPONENT DIFFUSION HARDENING TECHNOLOGY ON THE SURFACE OF MECHANICAL PARTS AND TOOLS BASED ON BORON CARBIDE MIXTURE**

*Zheng Quan<sup>2,3</sup>, M.A. Guryev<sup>3</sup>, A.M. Guryev<sup>2,3</sup>, B.D. Lygdenov<sup>1,2</sup>, Mei Shunqi<sup>2</sup>*

1 Siberian State University of Management and Technology, Ulan-Ude, Russia

2 Wuhan Textile University, Wuhan, China

3 Altai State Technical University, Barnaul, Russia

对化学热处理过程中涂层形式的饱和介质的影响进行的研究表明, 硼与钛的化合物, 硼与铬的化合物作为碳化硼的添加剂, 显著提高了工具的使用寿命, 并且与其他化学处理方法相比, 在获得具有给定特性的涂层时, 更经济. 已经进行了在周期性变化的温度下进行硼钛化和硼铬镀层的实验研究. 研究表明, 在饱和过程中使用热循环可以将饱和过程时间减半. 在具有多个相变的热循环过程中, 会形成晶体结构的过量缺陷 — 位错的密度和空位的浓度增加. 在化学循环热处理期间形成额外的界面 (相间和晶间表面尺寸增加) 以及晶体结构中缺陷密度的增加有助于强化钢的扩散饱和过程和扩散层厚度的增加.

在钢制零件和工具的操作过程中, 其表层会受到最强烈的外部影响, 因此, 表层的结构和性能通常对整个产品的性能具有决定性的影响. 化学热处理 (CHT) 是淬火钢产品表面的一种有前途的方法.

与获得具有类似性能的合金钢相比, 对钢进行扩散硬化在经济上更为有利, 并且通常可以在任何使用热力设备的企业中进行. 也可以将热处理和化学热处理合并为一个过程, 在某些情况下, 当不需要硬化整个表面而只需要硬化单个部分时, 与其他方法相比, 从混合物中进行化学热处理实际上是唯一可行的方法.

对化学处理过程中涂层形式的饱和介质的影响的研究表明, 使用含铬的硼化合物作为碳化硼的添加剂可以显著提高工具的使用寿命. 几乎所有材料表面层的特性参数中, 渗硼, 渗铬, 渗钛和组合工艺 (硼铬共渗和硼钛共渗) 比传统的渗碳, 氮化等效率更高. 例如, 钢上的硼化物层具有很高的耐磨性, 渗铬具有耐热性, 而结合的涂层则结合了单组分涂层的原始性能. 硼铬复合涂层的寿命是硼化层的 1.50-1.75 倍. 但对此涂层的研究并不完善.

扩散硼化是对铁及其合金进行化学处理的最广泛的方法之一. 所得的扩散硼化物涂层具有特征性的针状结构, 硼化物层的微观结构是彼此紧密压紧的细

针的集合. 由于在硼化物层和过渡区之间形成了界面, 因此扩散层与金属很好地粘附在一起, 并且在饱和工艺和操作模式的推荐参数的作用下, 不会发生层的破坏和碎裂. 但是, 硼化物层也有一个缺点: 高脆性, 限制了它们的使用分布范围.

研究表明, 可以通过创建多组分的硼基涂层来解决硼化物层的脆性问题: 硼铬电镀, 硼钛化等. 将第二种组分引入涂层不仅可以降低涂层的脆性, 不仅硼化物层增加 1.5-2 的倍数, 还可以加速饱和过程, 增加其使用性能.

传统上, 基于硼的多组分饱和是分几个阶段进行的, 因此饱和过程非常耗时. 在这项工作中, 已经开发了饱和介质, 该饱和介质使得可以在一个阶段中进行硼铬化和硼钛化过程. 随着技术的进一步发展和引进先进技术方法的前沿的扩展要求系统化, 各种方法的统一以及针对在特定工况下有效应用这些方法的实用建议的开发. 通过优化涂覆含硼涂料的技术以及饱和混合物的实际化学成分, 可在一定程度上提高机械零件和机械, 工具及技术设备的性能, 并确保其可靠性和耐用性.

进行实验工作以阐明饱和介质的各种成分在复杂的硼化中的有效性. 以  $B_4C$  作为供硼剂, 研究氯化铬, 铬铁 FKh850, 二硼化铬和氧化铬作为供铬剂, 研究了氯化铬, 氟化铵, 氟化钠作为混合物的活化剂.

当使用氯化铬时, 该化合物中的氯既可以充当供铬剂, 又可以充当过程的活化剂. 然而, 在实验过程中发现, 由于氯化铬的低熔点, 没有发生硼酸化过程, 因为熔融盐阻止了氧气的交换过程中所涉及的氧气的进入. 另外, 在冷却样品之后, 从样品中分离混合物出现了困难. 另外, 铬化合物是有毒的.

实验表明, 氧化铬的使用主要导致渗硼过程, 而且, 活化剂的类型没有显示出显著差异. 这是由于以下事实: 铬和氧之间的化学键非常强, 活化剂不能充分弱化它使其分解, 氧化铬在  $1200^{\circ}C$  的高温下也不会与碳化硼和饱和混合物的其他成分发生反应.

铬原子最好的供铬剂是二硼化铬, 在这种情况下, 最好的活化剂是氟化钠, 在氟化钠和二硼化铬相互作用期间, 主要形成氟化铬, 硼和钠与扩散通过混合物的空气氧相互作用, 转化为四硼酸钠 (硼砂), 并扩散到混合物的表面蒸发, 进入外部环境. 四氟硼酸钠部分与碳化硼反应, 在这种反应过程中, 得到碳酸钠, 硼酸酐和游离硼原子, 它们扩散到待硬化部件的表面并与之反应, 形成硬化的扩散层. 氟化铵与二硼化铬一起用作活化剂, 可使饱和介质的效率降低约 7-10%, 并且由于在饱和温度和蒸发条件下不可破坏的铬和硼化合物的形成而导致元素浪费. 涂层表面的硼平均增加了 3-8%. 这是因为: 当加热到  $140^{\circ}C$  以上时, 氟化铵会分解为氨和氟化氢, 随后会与铬铁和碳化硼部分反应生成有用的铬原子和氟化硼, 并部分进入环境, 因为几乎所有有益的反应只有在加热到  $700^{\circ}C$  以上时才开始. 氟化铵分解过程中形成的氨几乎全部进入大气, 同时使混合物松散. 由混合物中流出的氨形成的孔进一步充当通道, 使空气中的氧气进入待硬化的部件, 并借助它们的帮助, 增加了硼和铬的浪费.

当使用铬铁作为铬原子的供应商时, 氟化铵被证明是最好的活化剂, 当使用氟化钠作为活化剂时, 观察到层厚度略有减少 (减少了 3-5  $\mu\text{m}$  或 10-12%), 其显微硬度提高了 2% 到 5%。但还应该考虑以下事实: 在饱和介质中使用铬铁作为铬原子的提供者可能会导致过量的铁和碳积累, 从而导致饱和介质中毒并降低其频率使用 5-12 次, 如果一部分饱和介质使用超过 10 次, 混合物可能会 «粘» 在增强部件上, 这会破坏其几何精度, 并可能导致废品。在饱和介质的厚度中, 可能会形成铁和硼化铬夹杂物, 这会对混合物的饱和容量产生负面影响, 在这种情况下, 必须完全更换该饱和容量。该混合物仅适合一次性使用。

为了确保足够的扩散层厚度并在饱和过程之后易于分离涂层, 将细分散的石墨引入到饱和混合物中。提出了膨润土作为饱和混合物的组分, 以确保饱和期间所需的洗涤刚度, 并防止浆料在干燥过程中流挂。一种有前途的化学热处理方法是化学循环热处理, 它是加速饱和过程和提高涂层质量的最有效方法。应当指出的是, 只有在使用混合物作为饱和介质的情况下, 才可以通过该方法实现饱和, 因为与饱和相比, 在这种情况下, «硬化产品—饱和介质» 系统的热惯性非常低。

扩散层的厚度和微观结构如图 1 所示。两个饱和过程的温度均为 950°C, 化学热处理饱和时间为 6 小时, 化学循环热处理的饱和时间为 3 小时, 为实现热循环饱和, 还引入了以下参数: 最低温度和循环时间, 550°C 的温度作为最小循环温度; 循环时间选择在 1 小时的范围内, 选择循环中的最低温度是为了将整个样品在饱和混合物中冷却到低于相变温度的可能性, 没有保持在最小循环温度。

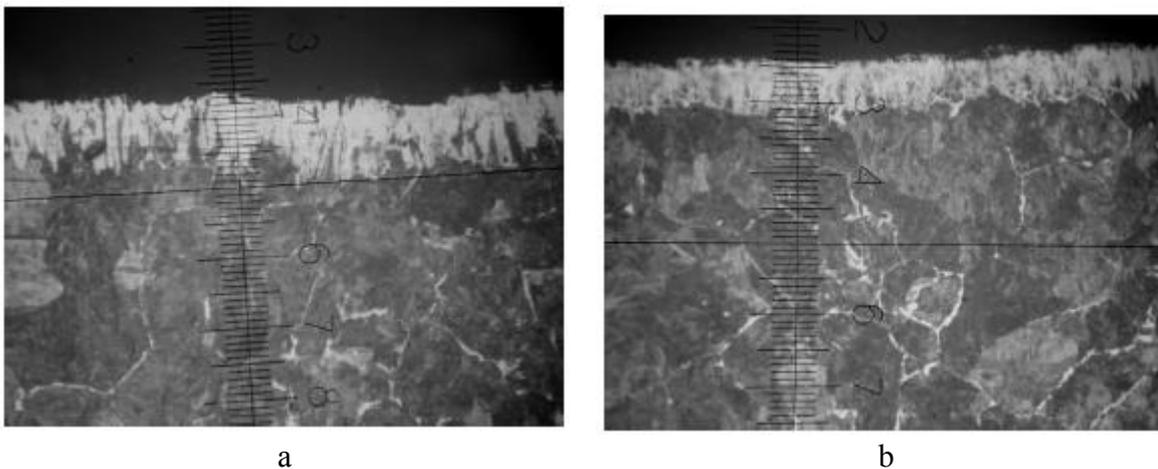


图 1 30x 钢渗硼后扩散层的微观结构: a — 等温饱和; b — 热循环饱和 (10 $\mu\text{m}$ )  
Figure 1. The microstructure of the diffusion layer of 30x steel after boronizing:  
a — isothermal saturation; b — thermal cycle saturation (10 $\mu\text{m}$ )

从图 1 可以看出, 当用循环的等温饱和过程代替等温饱和过程时, 扩散层的厚度略有下降, 降低了 10% 至 15%。但是, 通过化学循环热处理方法获得的扩散层的密度和致密性显着提高了 40% 至 50%。硼化物针的结构也变得更加复杂, 这将影响扩散层的粘附力的增加。尽管事实证明, 通过化学循环热处理技术处理后的扩散层的平均显微硬度比等温层低了 1-3%, 但这可以通过增加 15-20% 的

可塑性来补偿, 并且更稳定扩散层的微观结构具有阶梯结构 (图 3), 请注意以下事实: 当在相同的总饱和时间以 1 小时的循环时间用化学热循环处理代替等温化学热处理时, 实际晶粒尺寸减小了 2.5-3.0 倍。

随着化学热循环的饱和, 获得了更多的具有羽毛状结构的分散结构 (图 2)。在 «彩色» 蚀刻的情况下, 可以清楚地确定, 在硼化物针之间, 存在掺杂有铬的硼化物, 碳化物和碳硼化物的机械混合物的大量沉淀物。FeB 相完全不存在, 硼化物针代表  $Fe_2B$ , 该相更有利于使用特性。所示的所有钢上扩散层的过渡区完全由珠光体组成, 珠光体晶粒的聚集体非常突出, 该珠光体晶粒是在其转变过程中从大奥氏体晶粒中长出来的。

渗碳体中间层之间的不同距离表明渗碳体中间层相对于图案平面的角度不同, 暗点表示通常为球形的  $Fe_3(C,B)$  碳硼化物的夹杂物, 碳硼化物生长在渗碳体板上。灰色区域是富含铬的碳硼化物, 它们的显微硬度比周围区域的显微硬度高 10-15%。在某些地方, 观察到违反了微观结构的典型结构, 这显然代表了位错的出现, 结果破坏了晶格和渗碳体板网络的周期性。化学循环热处理处理后, 每单位面积获得更多的颗粒状 (球状) 夹杂物, 因此可塑性水平增加, 由于相分散, 化学循环热处理导致性能各向同性。

基于获得的结果, 得出的结论是, 所开发的用于复杂扩散硼化的饱和混合物的组成可在等温和热循环条件下使用。与化学热处理相比, 循环热处理方法可让您在较短的时间内获得所需的甚至更好的结果。

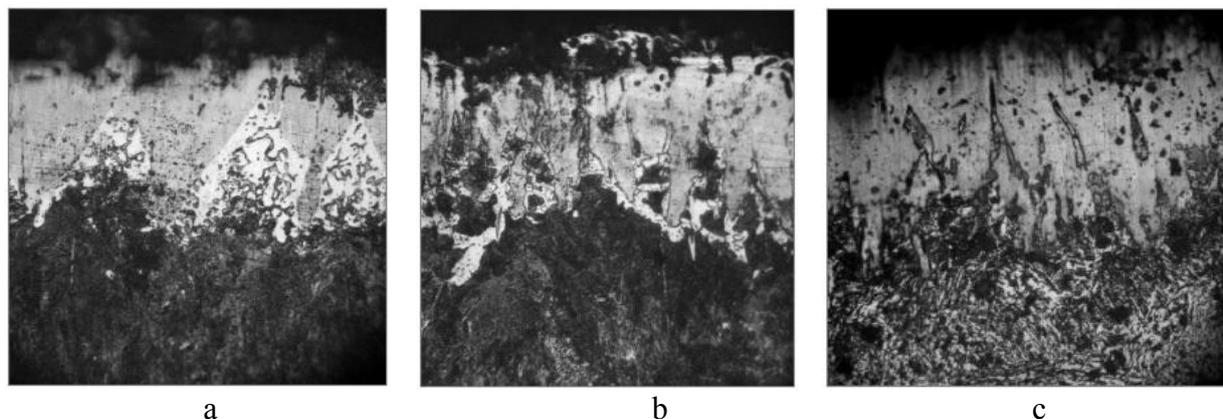


图 2 在热循环条件下硼化后扩散层的微观结构:

a — 钢 u8, b — 钢 30x, c — 钢 30mm

Figure 2. The microstructure of the diffusion layer after boronization under thermal cycling conditions: a — steel u8, b — steel 30x, c — steel 30mm

根据对饱和混合物化学成分进行研究和优化的结果, 开发了用于模具, 结构钢和工具钢制成的机械零件和工具零件的复杂表面硬化的新的饱和介质技术, 为此获得了相应的发明专利。

对由 5KhNM 钢制成的冲压镶件进行了测试, 结果表明, 与以前使用的淬火技术相比, 使用扩散淬火技术可以使操作性能从以前的淬火技术提高 2.5 倍至 4.35 倍, 这是根据发明的技术进行淬火的结果, 在不使用特殊精密设备的情况

下, 将硬化过程的劳动强度降低了 3.5 倍. 为了获得分析依赖性而进行的实验结果的比较证实, 在大多数情况下, 用发达的硼铬化方法硬化后, 用 30KhM 钢替代 5KhNM 钢的可能性很高.

这种假设是基于 5XHM 钢是一种模具钢并且最常用于热冲压的事实, 因此, 这种钢的主要磨损类型是在模具表面上形成的热裂纹. 模具钢表面的硼化物层除了具有高耐磨性外, 还具有 «愈合» 初期热裂纹的特性, 因此可以显著延长整个产品的使用寿命. 当对 5KhNM 钢进行渗硼处理时, 可以获得厚度最大为 70  $\mu\text{m}$  的扩散层, 因为较厚的层非常易碎, 因此无法使用, 而当对 30KhM 进行硼化处理时, 可以将层厚增加至 120-150  $\mu\text{m}$ , 这样的层将仍在工作. 结果表面, 30XM 钢渗硼处理的耐磨性分别是指渗硼处理和非渗硼处理 5XHM 钢的耐磨性, 分别为 (0.95-1.3): 1:(0.37-0.54)-5XHM 钢.

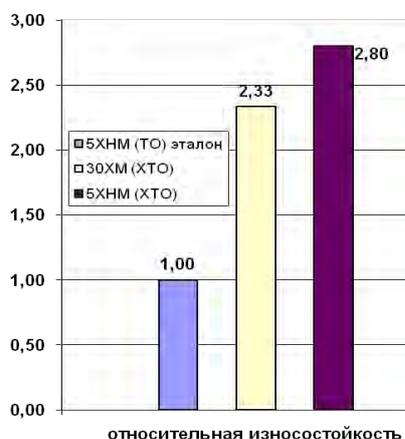


图 3 镀锌钢 5HMM 和 30mm 相对 5HMM 的耐磨性 (经过淬火和低温回火)  
Figure 3. The wear resistance of galvanized steel 5HMM and 30mm relative to 5HMM (after quenching and low temperature tempering)

用 30XM 钢制造经过渗硼处理的产品的主要成本等于用 5KhNM 钢制造非镗孔产品的成本, 使产品成本增加了 30%. 因此, 在某些情况下, 有可能用便宜的 30XM 钢来代替 5XHM 钢, 这种钢可以通过渗硼处理来增强强度, 在这种情况下, 耐磨性可以提高 1.15-2.34 倍, 制造成本降低 12-25%.

图 4 显示了由 5KhNM 钢制成的, 通过上述两种方法方法硬化的样品的耐磨性测试结果. 饱和模式的选择如下: 将化学热处理在饱和温度下保持 6 小时, 然后在油中冷却, 然后在该温度下进行低度回火. 化学循环热处理由加热至饱和温度并在此温度下保持 30-40 分钟组成, 然后将样品冷却至相变温度以下, 而不保持在该温度下, 此后重复循环. 选择加热-冷却循环的数量为 4, 同时选择循环持续时间, 使总处理时间为 3 小时, 从最后的加热循环开始, 在油中淬火, 然后进行低回火. 所得扩散层的显微硬度分布如图 5 所示.

在 Amsler 机器上测量耐磨性, 负载为 420N, 持续 60 分钟, 行进距离为 3000m. 使用大小为 100-120  $\mu\text{m}$  的固定磨料颗粒作为平衡体. 通过使用 VLR-200 实验室天平测量的失重来测量磨损, 精度为 10<sup>-6</sup> kg. 在这种情况下, 选择具有较低耐磨性的样品作为参考, 经过 6 小时等温饱和的样品具有最低的耐磨性. 通过图 5 所示的显微硬度分布和由于热循环而增加的扩散层性能可以解释这一事实. 扩散层由两部分组成: 扩散层本身是固溶体或化合物, 在这种情况下饱

和元素的浓度占主导地位或接近极限, 第二区域是过渡区域, 其是扩散层和基体之间的缓冲层. 在化学热循环处理的情况下, 与硼化物相邻的过渡区的上层在饱和元素中的富集程度要比等温饱和度高得多, 但不足以改变微观结构. 由于存在多个相变, 温度和浓度梯度, 因此在周期性变化的温度下扩散的强度要大得多. 结果显示, 除了扩散层本身之外, 过渡区的上层开始起重要作用, 这些上层的饱和元素比等温饱和更丰富.

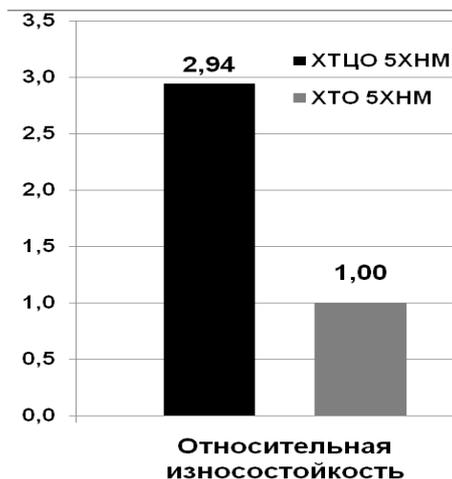


图 4 不同模式钢的相对耐磨性  
Figure 4 Relative wear resistance of different mode steels

晶界在扩散过程中起着重要作用, 因为正是它们具有最多数量的晶体结构缺陷, 以促进和促进扩散. 由于在热循环过程中, 晶粒生长发生得慢得多, 有时甚至观察到晶粒破碎, 所以晶粒边界的总面积将分别更大, 扩散到材料深度的深度会更大. 另外, 循环加工显着提高了产品核心和扩散硼化物层本身的可塑性, 在化学热处理模式下, 扩散层本身的可塑性增加了 15-20%, 核心的可塑性增加了 50-70%.

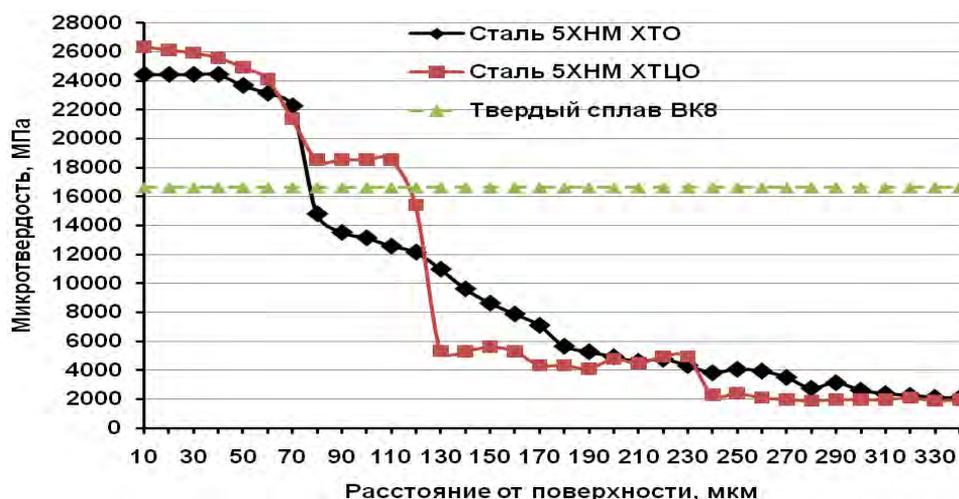


图 5 钢的微硬度为 5 厘米

Figure 5. The microhardness of steel is 5 cm

通过降低扩散层的脆性来确保硬化部分的耐磨性增加, 这是通过用硼和铬, 或硼和钛将钢零件的表面复杂地饱和, 并将最终形成的扩散层的厚度增加到 75-

95 微米 (取决于钢的化学成分) 来实现的. 混合物组成成分为: 铬铁, 二硼化钛, 石墨和膨润土, 扩散层的可塑性和耐腐蚀性得以提高, 从而提高了硬化零件的使用寿命.

扩散硼铬镀层和硼钛化过程中硬化过程效率的提高, 是由于硬化过程是使用每个金属加工企业可用的任何工作原理的热炉进行的; 其次, 没有使用昂贵高合金钢制成的马弗炉的必要性, 第三, 饱和化合物最多可重复使用 10 到 15 次.

### 参考文献 (References)

1. Ворошнин, Л.Г. Борирование стали / Л.Г. Ворошнин, Л.С. Ляхович. М.: Metallurgiya, 1978. 239с.
2. Ворошнин, Л.Г. Многокомпонентные диффузионные покрытия / Л.Г. Ворошнин. Минск: Наука и техника, 1981. 296с.
3. Борисенок, Г.В. Химико-термическая обработка металлов и сплавов / Г.В. Борисенок, Л.А. Васильев, Л.Г. Ворошнин и др. Справочник. М.: Metallurgiya, 1981. 424с., ил.
4. Бельский, Е.И. Химико-термическая обработка инструментальных материалов / Е.И. Бельский, М.В. Ситкевич, Е.И. Понкратин, В.А. Стефанович. Мн.: Наука и техника, 1986. 247с.
5. Гурьев, А.М. Физические основы термоциклического борирования / А.М. Гурьев, Э.В. Козлов, Л.Н. Игнатенко, Н.А. Попова. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2000. 216с.
6. Гурьев, А.М. Новые материалы и технологии для литых штампов / А.М. Гурьев. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2000. 216с.
7. Федюкин, В.К. Термоциклическая обработка металлов и деталей машин / В.К. Федюкин, М.Е. Смагоринский. Л.: Машиностроение. Ленинград. отд-ние. 1989. 255 с.
8. Ситкевич, М.В. Совмещенные процессы химико-термической обработки с использованием обмазок / М.В. Ситкевич, Е.И. Бельский. Мн.: Выш. шк., 1987. 156с.
9. Патент №2345175 Российская Федерация: Способ упрочнения деталей из конструкционных и инструментальных сталей: № 2007112368/02: заявл. 03.04.2007: опубл. 27.01.2009. / А. М. Гурьев, С. Г. Иванов, Б. Д. Лыгденов, С. А. Земляков, О. А. Власова, Е. А. Кошелева, М. А. Гурьев. Бюл. № 3.
10. Патент №2360031 Российская Федерация: Способ упрочнения деталей из штамповых сталей: №2007127587/02: заявл. 18.07.2007: опубл. 27.06.2009. / А. М. Гурьев, С. Г. Иванов, С. А. Земляков, О. А. Власова, Е. А. Кошелева, М. А. Гурьев. Бюл. № 18.
11. Гурьев, А. М. Влияние параметров борохромирования на структуру стали и физико-механические свойства диффузионного слоя / А. М. Гурьев, С. Г. Иванов, Б. Д. Лыгденов, О. А. Власова, Е. А. Кошелева, М. А. Гурьев, И. А. Гармаева // Ползуновский вестник. 2007. № 3. С. 28-34.
12. Гурьев, А. М. Диффузионное термоциклическое упрочнение поверхности стальных изделий бором, титаном и хромом [Текст] / А. М. Гурьев, Б. Д. Лыгденов, С. Г. Иванов, О. А. Власова, Е. А. Кошелева, И. А. Гармаева, М. А. Гурьев // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. 2007. № 1. Т.4. С. 26-32.
13. Гурьев, А. М. Новый способ диффузионного термоциклического упрочнения поверхностей железоуглеродистых сплавов / А. М. Гурьев, Б. Д. Лыгденов, С. Г. Иванов, О. А. Власова, Е. А. Кошелева, М. А. Гурьев, С. А. Земляков // Ползуновский альманах. 2008. № 3. С. 10-16.
14. Кошелева, Е. А. Разработка методов химико-термоциклической обработки деталей машин и инструмента / Е. А. Кошелева, О. А. Власова, Е. А. Нестеренко, А. М. Гурьев // XIV Международная научно-практическая конференция студентов и молодых ученых

- «Современные техника и технологии» / Сборник трудов в 3-х томах. Т.2. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. С. 92-93.
15. Иванов, С. Г. Комплексное насыщение сталей бором и хромом — борохромирование/ С. Г. Иванов, А. М. Гурьев, Е. А. Кошелева, О. А. Власова, М. А. Гурьев // Ползуновский альманах. 2008. №3. С. 53-54.
16. Гурьев, А. М. Новые методы диффузионного термоциклического упрочнения поверхности стальных изделий бором совместно с титаном и хромом/ А. М. Гурьев, Б. Д. Лыгденов, С. Г. Иванов, О. А. Власова, И. А. Гармаева, Е. А. Кошелева, М. А. Гурьев // Успехи современного естествознания. 2007. №10. С. 89-91.
17. Guriev, A. M. Complex saturation of steels by boron and chrome / A. M. Guriev, S. G. Ivanov, O. A. Vlasova, E. A. Kosheleva, M. A. Guriev // International scientific conference «Nowadays, future and faced problems of metallurgy and machinery field». Ulaanbaatar, 19-21 September, 2008. P. 179-183.
18. Кошелева, Е. А. Оптимизация химического состава насыщающих смесей при диффузионном упрочнении инструментальных сталей / Е. А. Кошелева, Е. А. Нестеренко, А. Г. Иванов, А. М. Гурьев // Труды VI Международной научной школы-конференции «Фундаментальное и прикладное материаловедение» / Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2009. С. 179-183.
19. Лыгденов Б.Д., Гурьев А.М., Гармаева И.А. Влияние режимов борирования на упрочнение поверхности уплотнительного кольца из стали 40ХН2МА//Фундаментальные проблемы современного материаловедения. 2007. Т.4. №2. С. 90-93.
20. Лыгденов Б.Д. Интенсификация процессов формирования структуры диффузионного слоя при химико-термической обработке сталей // диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / ГОУВПО «Алтайский государственный технический университет». Барнаул, 2009.

For citation: ZHOU Cong. Analysis of solid boronizing and high frequency induction heating surface heat treatment technology //

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/3\\_15.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/3_15.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.030

UDK 669.017.3

## ANALYSIS OF SOLID BORONIZING AND HIGH FREQUENCY INDUCTION HEATING SURFACE HEAT TREATMENT TECHNOLOGY

ZHOU Cong<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Hubei Digital Textile Equipment Key Laboratory, Wuhan Textile University, Wuhan 430073, China

### 引言

固体渗硼技术作为一种基本不改变金属工件尺寸的情况下,对工件表面的硬度,耐磨性,耐热性进行显著改性的热处理技术.在上世纪70年代初国内开始研究至今,固体渗硼相较于盐浴,气体渗硼有着工艺简便,设备简单,质量好等优点在机械行业中得到广泛应用.但固体渗硼存在市面渗硼剂各有优劣,反应温度高的耗能问题,渗硼时间长的效率问题以及渗硼层与基体的过渡层的脆性大等问题制约着技术发展.

### 1 固体渗硼技术的原理

渗硼宏观来说就是将不属于金属工件的硼元素在一定环境条件和工艺方法下,将其渗入工件的外部薄薄一层,利用硼元素的性质去强化其性质.一般而言国内外对工件进行渗硼处理的环境条件一般是在850°C以上[1],固体渗硼一般分预处理—渗硼—后处理三步.预处理主要是将渗硼剂均匀涂覆于工件表面,然后在高温的环境下硼渗入工件并与原本的Fe元素发生化学反应,形成Fe<sub>2</sub>B和FeB化合物(两者的硬度一般在1300HV以上,具有较高的耐磨性和减摩作用,其效果优于渗碳,渗氮)[2].后处理则升温到1100°C左右进行共晶化,使过渡层中Fe<sub>2</sub>B和FeB的两相分布均匀,达到降低脆性从而提高过渡层抗剥落性[3].

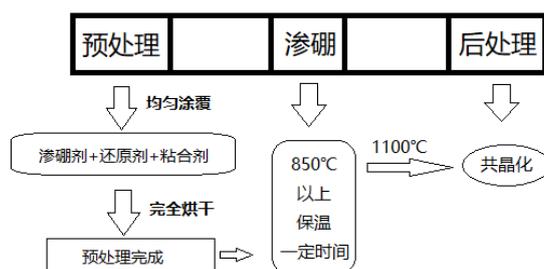


图 1 固体渗硼流程图

Figure 1. Flow chart of solid boronizing

### 1.1. 渗硼质量好坏的关键因素

#### a) 渗硼剂的选用

渗硼剂主要包含氧化供硼剂, 原活化剂与粘合填充剂三个部分. 目前市面上粉末状, 颗粒状和膏状的渗硼剂均有销售, 评价渗硼剂好坏的判别标准一般是渗硼后工件的渗硼层组织致密不易脱落 (微观上渗硼层与工件基体材料的呈锯齿状紧密接触), 工件的表面无渗硼剂黏附 (光滑银灰色) [1].

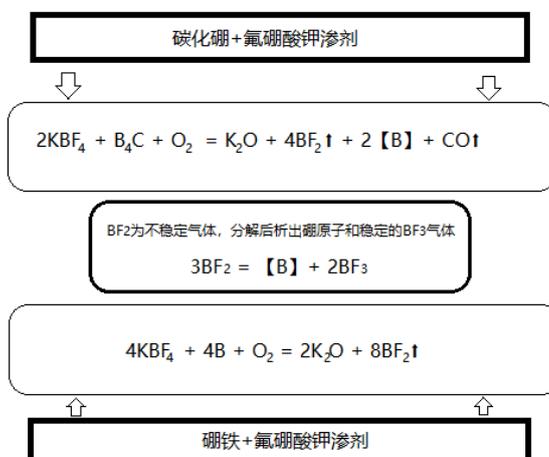


图 2 两种不同渗硼剂的化学反应方程式 [1]

Figure 2. The chemical reaction equations of two different boronizing agents

#### b) 渗硼温度和时间

固体渗硼的主要工艺参数是温度和时间, 渗硼层的厚度由渗硼温度和渗硼时间共同决定, 其中温度的影响因子比时间大且大体上呈抛物线关系 [2]. 不同材料的渗硼层的厚度要求不一样, 可根据其选择相应的渗硼温度和时间.

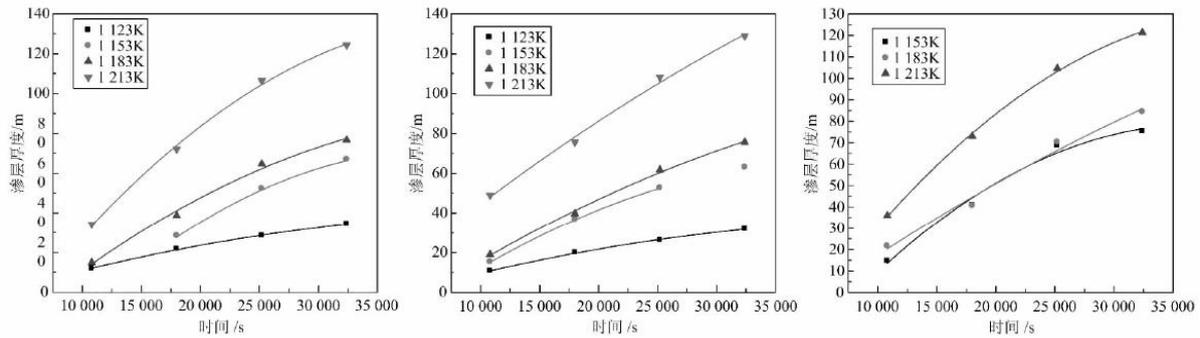


图 3 不同温度与保温时间下 40Cr, 40CrNi, 45Cr 钢渗硼层的厚度 [2]  
Figure 3. The thickness of the boronized layer of 40Cr, 40CrNi, 45Cr steel at different temperatures and holding times

### 1.2. 渗硼层的机理

在含硼量 16% 时硼和铁反应产物主要是 FeB, 随着含硼量的降低在 9% 时变为主要化合物 Fe<sub>2</sub>B [4]. 渗硼刚开始时便在金属工件材料表面形成了 FeB, Fe<sub>2</sub>B 的晶核, 由于初始时渗剂中的还原剂活性强, 渗透厚度不宽, 渗透难度不大, 且硼原子的供应充足在 16% 以上, 产生的化合物就会以 FeB 为主, 但随着渗透厚度逐渐增大, 硼原子渗入难度急剧上升 (硼的含量降低, 钢中相对分子质量相近的碳原子阻碍) 就会产生 FeB 和 Fe<sub>2</sub>B 两种化合物共同存在的过渡层, 最后是以 Fe<sub>2</sub>B 为主含少量 Fe<sub>3</sub>(CB) 与基体材料相连的渗透层.

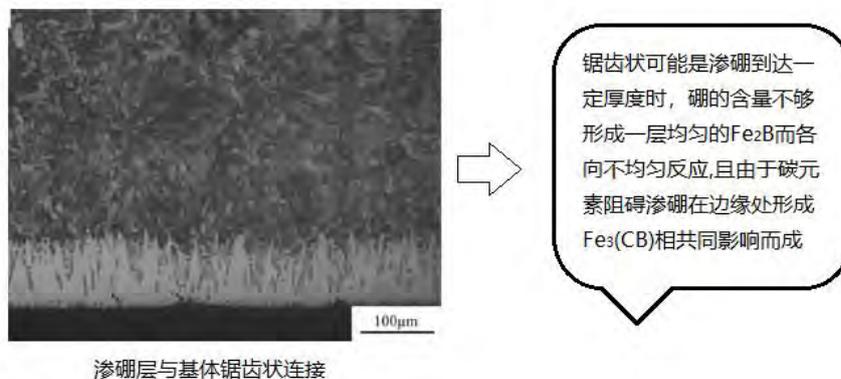


图 4 渗硼层金相组织图 [2]  
Figure 4. Metallographic structure of boronized layer

### 1.3. 渗硼中的注意事项

预处理中, 在渗硼剂涂覆操作后必须要进行完全烘干处理. 未完全烘干的工件会在渗硼时产生水蒸气, 伙同渗硼反应中大量产生的 BF<sub>3</sub> 气体, 会使渗硼层的疏松和气孔增多. 同时需要对已经涂覆渗硼剂的工件再涂上一层保护层避免渗硼剂中的硼与空气中的成分发生反应从而损失硼势 [5].

## 2 高频感应加热表面热处理技术的现状

吴鲁周 [5] 在 1986 年提出低电压大电流短时加热渗硼-共晶化技术, 将渗硼的试样进行预处理后夹持在自制的带有石墨片的铜电极上, 并进行通电一分钟再断电间隔 0.5 分钟反复几次的工艺, 使金属工件在短时间达到  $1100^{\circ}\text{C}$  的高温来渗硼并共晶化处理以得到单一  $\text{Fe}_2\text{B}$  硬相或  $\text{Fe}_3(\text{CB})+\text{Fe}_2\text{B}$  与软相  $\text{r-Fe}$  的两相共晶体. 该方法提出了以电流加热途径来快速达到渗硼和共晶化后处理所需温度, 且相较于传统渗硼工艺耗时短. 不足是只采用的形状简单尺寸小的方形试样, 可能存在对复杂大尺寸工件渗硼质量不佳的问题. 同时实验中通电时间为 1 分钟, 而 30-40 秒便可达到  $1100^{\circ}\text{C}$  的温度, 共晶化处理时间较长, 导致金属熔融状态过久导致金属流淌现象存在隐患.

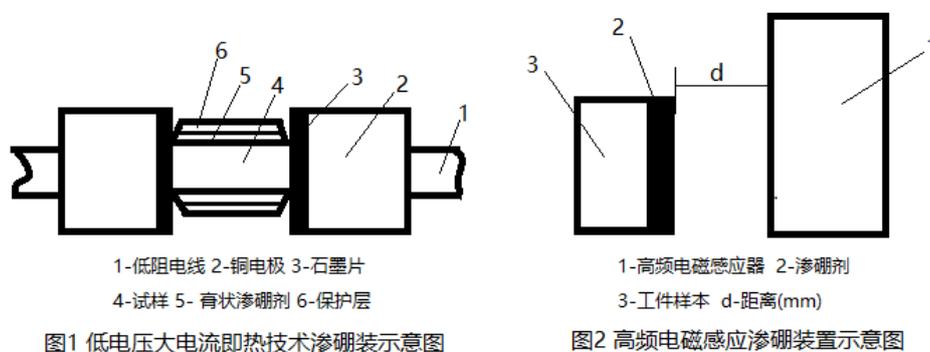


图 5 两种不同渗硼工艺装置示意图 [5][7]

Figure 5. Schematic diagram of two different boronizing process devices

陈树旺 [6] 在 2014 年提出高频感应加热渗硼-共晶化技术, 利用 260 型高频感应加热设备进行渗硼和共晶化, 首先探讨了高频感应加热渗硼, 并分析了渗硼温度, 保温时间, 钢的含碳量对渗硼层厚度的影响, 再研究了高频感应加热共晶化处理, 同时分析了共晶化时间对渗硼层厚度的影响, 最后将两者结合提出了  $950\div 1000^{\circ}\text{C}$  保温 3-5 分钟然后加热到  $1100^{\circ}\text{C}$  保温 5-15s 的高频感应渗硼-共晶化工艺. 该工艺利用市面上销售的带有测温功能的高频感应加热设备完成渗硼工艺, 相较于低电压大电流的共晶化处理技术, 有着操作设备已经成品化, 渗硼和共晶化工艺分别进行的优点, 但对金属渗硼工艺的预处理部分未加标准化存在一些不足, 且尚未对高频感应设备能否将工件各个工作表面均匀加热形成厚度一致的渗硼层进行探讨.

刘超与陈振 [7] 在 2020 提出了高频电磁感应渗硼技术提出了一种  $860^{\circ}\text{C}$ , 渗硼时间为 6.6 秒, 工件样本与感应器距离为 3.5mm 的渗硼工艺. 研究主要将工件涂抹上 1.5mm 的渗硼剂并进行充分干燥且在  $200^{\circ}\text{C}$  保温并设置升温速率在  $3-6^{\circ}\text{C}$  保证温度均匀, 采用了以加热温度, 渗硼时间, 样本与感应器距离作为三个影响因素的正交试验分析法, 分析并得到了较优的渗硼工艺参数. 但存在一些不足 (1) 高频电磁加热技术依靠 «集肤效应» 使工件表面迅速加热, 且固体渗

硼技术的主要参数是渗硼温度和时间, 样本与感应器距离这个参数是探寻 «集肤效应» 的最好效果距离本质上还是达到渗硼温度的时间问题, 能否将其与加热温度一起作为主要因素还需深入研究 (2) 同时实验样本较少, 材料单一需要进一步扩大实验样本, 材料 (3) 尚未探讨共晶化后处理技术.

### 3 结束语

高频感应加热技术有着快速达到渗硼工艺所需温度, 比传统工艺更加节能, 处理时间更短, 更易于机械化等优点. 对于后面对渗硼后工件进行进一步共晶化处理改善其过渡层脆性大问题具有极大潜力, 在纺织机械配件热处理方面有较大应用价值.

### 参考文献 (References)

- [1] Chen Shuwang, Chen Weidong. Research and application of solid boronizing technology [J]. Heat Treatment, 2011, 26(03):1-8.
- [2] Zhou Yang. Study on the boronizing kinetics of Cr structural steel [J]. Mechanical Design and Manufacturing Engineering, 2013, 42(11): 79-83.
- [3] Xu Bin, Feng Chengming, Nie Chengfang. 45~# The effect of the brittleness of the boronized steel layer on its wear resistance [J]. Journal of Tribology, 1999(04): 354-357.
- [4] Zhou Peifu. Characteristics, problems, countermeasures and prospects of powder solid boronizing [J]. Heat Treatment of Metals, 1980(10): 1-7.
- [5] Wu Luzhou, Yang Di. Low voltage and high current short-time heating direct boronizing eutectic process [J]. Journal of Inner Mongolia Institute of Technology, 1986(02): 45-52.
- [6] Chen Shuwang, Chen Weidong, Wang Quansheng. Research on the technology and organization of high frequency induction heating boronizing and eutecticization [J]. Heat Treatment, 2014, 29(02): 34-40.
- [7] Liu Chao, Chen Zhen, Mei Shunqi, Butukhanov Viacheslav, Tsydypov Bulat, Lygdenov Burial. Research on High Frequency Electromagnetic Induction Boronizing Process of 55 Steel[J]. Thermal Processing Technology, 2020, 49(10): 117-120.

For citation: Zhou Shi<sup>1</sup>, Wang Jian, Liu Teng. Structure design of crayfish selection device //

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/3\\_16.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/3_16.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.031

UDK 621.01

## STRUCTURE DESIGN OF CRAYFISH SELECTION DEVICE

Zhou Shi<sup>1</sup>, Wang Jian<sup>1</sup>, Liu Teng<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Hubei Digital Textile Equipment Key Laboratory, Wuhan Textile University, Wuhan 430073, China

### 0 引言

在过去的几十年中,我国餐饮业快速发展.小龙虾味道鲜美受到许多人的青睐,这就导致了大量养殖户大量养殖.由于小龙虾个头小,且具有攻击性,人工挑选时存在着效率低而且挑选时不好确定其重量.

如何结合以前分拣机构的有用结构,让传统人工挑拣解放人力,是目前国内各个小龙虾养殖户需要解决的重要问题.因此本文希望设计出一整套合理并且适用的小龙虾挑选机构,从而解决相关问题 [1].

### 1 整体结构及工作原理

小龙虾挑拣装置主要是由机械部分,动力部分和控制感应部分组成的,是集挑拣和清洗一身的机构.动力部分主要包含 24V 电动机和 240V 大功率交流电动机,主动轴,传送带,从动轴等组成.机械部分主要包括清洗装置,皮带传动装置,称重装置,重量分离装置,液压推拉装置,收集装置设计组成.控制感应部分主要是有传感器,图像分析 PLC 控制电磁阀组成.整体图如图 1 所示

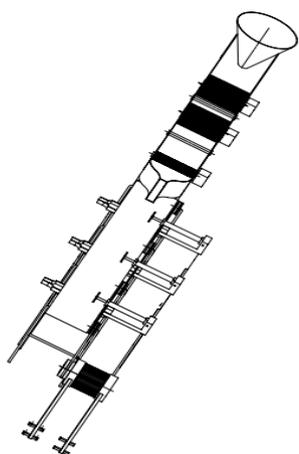


图 1 小龙虾挑拣装置总体设计图  
Figure 1. The overall design of the crayfish picking device

## 2 主要部位设计

### 2.1 清洗结构的设计

从本机构的结构来看, 比较简洁, 设计的步骤为:

根据小龙虾大概长度的数据, 画出该机构的支撑部分 — 斜槽, 它是其他机构的基础, 其他部件也安装在斜槽上. 因此, 在画好斜槽架之后, 就建立了机器的通用框架及大体尺寸, 相当于画好了主干部分, 及其定位. 其他部分是按照此机构的尺寸及其位置进行相应的设计, 然后进行装备工作. 在此之上进行相应的拓展. 支撑部分矩形架, 增加了接触面积, 稳定性也很好, 采用 45 号钢, 刚性好, 强度好, 工艺性好, 焊接性好和价格实惠. 并且斜槽和斜槽架采用了装配, 用平面来相互固定则刚性更好更安全. 并且采用倾斜角为  $30^\circ$  则不需要提供动力, 龙虾就靠自己重量下滑, 并且  $30^\circ$  的角, 龙虾速度不会太快. 因此不会对龙虾产生伤害 [2]. 缸体使用安装在支撑架上的地脚螺栓, 可以根据工作需要来延长或缩短油缸. 毛刷是一种水平刷子, 当刷子旋转以除去小龙虾表面的污渍, 清洁时清洁既可以提高效率, 又可以减少空间占用. 画出此机构的重要部件 — 毛刷如图 2.

采用中等硬度的塑料构成, 然后采用顺时针方向, 不断旋转, 可以将多层小龙虾均匀摊开, 然后经过下一个定向滑槽的定向就更容易称重装置称重. 此结构简单, 并且采用中等硬度的塑料材料既可以达到均匀摊开的目的, 而且不容易伤害到小龙虾, 结构简单, 工艺性好, 价格便宜. 如图 3 均匀摊开器.

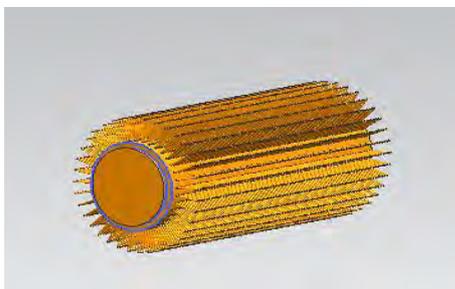


图 2 毛刷  
Figure 2. Brush

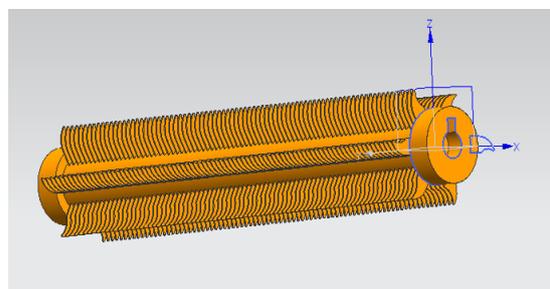


图 3 均匀摊开器  
Figure 3. Even spreader

## 2.2 称重机构设计

### 2.2.1 设计原理

小龙虾称重装置中使用的电阻和应变片是小龙虾称重装置设计中最重要的一部分, 其主要的作用把测量称重物体的电阻和重量信号转变为高压电信号. 由于电阻和应变片它们通常在一起形成了特殊的电气结构, 为了有效确保其输出电阻和重量的稳定性和精度, 系统需要使用高精度的模数转换器对电桥生成的弱高压电信号进行模数放大, 然后将其模数转换后的信号和数据经放大器传送至称重机给相应的微处理器. 最后, 称重的数据以模拟数字化的形式通过称

重机的 Usb 通信接口进行输出, 再通过信号滤波等复杂的软件进行处理之后经由称重机的 RS — 485 通信接口将数据转发至称重主机 [3].

### 2.2.2 称重信号采集电路设计

称重传感器得来的功率测量信号可以进行精确采集的传感器电路设计在现场使用压控传感器保证功率测量的可靠和准确性中一直是起着重要的作用, 因此, 在电路设计中我们应当使用了 SP4MC6MR 电阻连接应变片时, 并在现场使用了压控功率传感器电路来为其提供测量电流和功率的输入电压和方法以确保应变片输出的电流和模/数功率转换器电路所参考的输入电压成比例的进行了变化. 图 4 是应变片通过电桥进行供电的电路 [4].

在 SP4MC6MR 的电阻应变片上, 电信号在电桥额定电压下的输出信号功率仅为 5-10mv, 因此不能直接地应用于模/数的转换. 模/数电阻转换器的平均额定输出电压为 2.5v. 因此, 需要电路中的功率放大器将电桥应变片上输出的信号功率放大 250 倍 [5]. 234 钱, 456 钱, 789 钱等挑拣等级的重量大小范围可以随意改变通过上一步设计, 将相应的重量信号进行比较之后, 会将此数据传送给 PLC 设备, 形成数字信号.

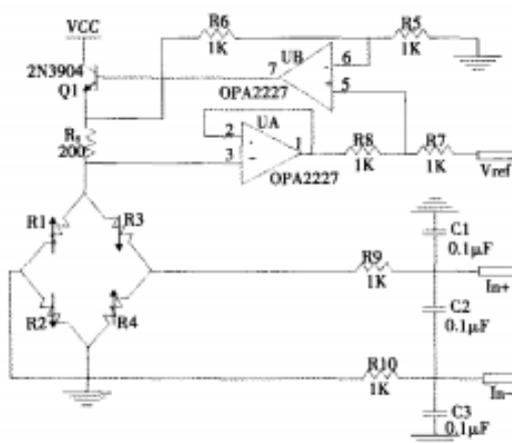


图 4 应变片电桥供电电路

Fig4 Strain gauge bridge power supply circuit

### 2.2.3 重量分离机械设计

接到前面比较之后的信号后, 则会有 PLC 控制系统, 三个气缸中的一个通电. 比如, 比较出来重量为 5 钱, 则 PLC 控制推 4,5,6 钱的气压缸上通电. 若第二次还是 5 钱, 则 PLC 发出脉冲信号为 2 次, 则当龙虾经传送带传送过来 [6]. 气压缸前面的感应线圈感应到有物体过来, 气压缸马上将其小龙虾推入对面相应的滑槽. 而且采用 PLC 控制是否通电, 不紧在以后若增加规格更方便, 而且在改重量时, 只需要改 PLC 内部程序. 因此非常方便. 而且 PLC 技术比较完善, 故精确度比较高. 而且不宜出生问题, 价格便宜好操作 [7].

### 1) 重量分离器的支架

采用中空的矩形框, 高度设计为人体最适合高度 1000mm, 然后推过去的槽与其框架为焊接或者铆接结构, 这样保证了连接位置的可靠性. 而宽度由于有气缸横着, 在加上别的一些 PLC 连接端, 因此宽度远比 430mm 大, 选择的宽度为 1200mm. 并且, 两个槽之间相距和带轮的滚轮之间的距离一致, 则每个槽之间相距 1000mm. 如图 5 所示.

### 2) 气缸的设计

由于气缸是通过电磁阀控制的, 因此气缸顶部和底部都有小孔, 便于进气和排气操作. 且头部带有感应器, 并且有一推板专门来推小龙虾. 尾部开了一个槽和两个孔, 用于方便专门与重量分离架安装并且保持其精度. 如图 6 所示.

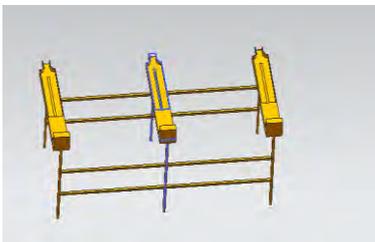


图 5 重量分离器的支架

Figure. 5. Bracket of weight separator

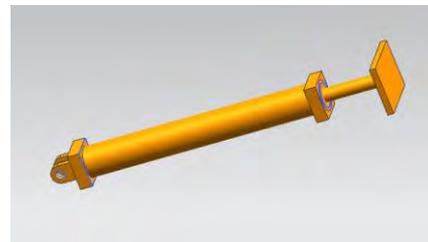


图 6 气缸

Figure. 6. Cylinder

### 3 结论

通过上述设计以及最后的验证, 发现此挑拣结构是可行的. 对工人们的劳动力有大幅下降, 达到了开始设计此结构的初衷. 此挑选机构有着结构简单可靠的特点, 并且采用了 PLC 控制很方便就可以改变其数据或者实现的功能. 此机构还很方便添加一些别的功能的机构. 最后, 小龙虾挑选装置的设计, 并没有仅限小龙虾的挑选, 对其他水产品也有较好的适应性.

### 参考文献 (References)

- [1] Zhang Tangjuan, Luo Xin, Zhang Junfeng, Gao Xingxing, Xiao Jin, Wang Zhuo, Luo Youyi, Ding Youchun. The status quo of crayfish farming mechanization in Hubei Province and its promotion of standardization [J]. Hubei Agricultural Mechanization, 2019(23): 13-14.
- [2] Xing Lei. A practical and efficient design practice of mechanical cleaning device — Taking the design of fish processing liner cleaning device as an example [J]. Internal Combustion Engine and Accessories, 2019(01):223-227.
- [3] Reshetov IH. Mechanical Parts, Department of Mechanical Principles and Mechanical Parts, Xi'an Jiaotong University, translated. North
- [4] Kudryavtsev BH. Mechanical Parts. Wang Yilin, et al., Beijing: Higher Education Press, 1985.
- [5] Wang Yuansun. Automatic weighing and sorting device for eggs [J]. Poultry Science, 2017(10):56.
- [6] Zhou Meiling. Xie Jianxin. Materials Engineering [J]. Beijing University of Technology Press, 2001.
- [7] Shu Zemin. How to choose tea machinery [J]. Modern Agricultural Equipment, 2005(04): 62.

## IV. ИНФО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

*For citation:* Wang Jian, Liu Teng, Zhou Shi. Design and Realization of School Library Management System //

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/4\\_1.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/4_1.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.032

UDK 004.4 ; 027.8

### DESIGN AND REALIZATION OF SCHOOL LIBRARY MANAGEMENT SYSTEM

*Wang Jian<sup>1</sup>, Liu Teng<sup>1</sup>, Zhou Shi<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> School of Mechanical Engineering and Automation, Wuhan Textile University, Wuhan, 430073, China

#### 0 引言

图书馆作为一种信息资源的集散地,图书和用户借阅资料繁多,包含很多的信息数据的管理,现今,有很多的图书馆都是初步开始使用,甚至尚未使用计算机进行信息管理.根据调查得知,他们以前对信息管理的主要方式是基于文本,表格等纸介质的手工处理,对于图书借阅情况(如借书天数,超过限定借书时间的天数)的统计和核实等往往采用对借书卡的人工检查进行,对借阅者的借阅权限,以及借阅天数等用人工计算,手抄进行.数据信息处理工作量大,容易出错;由于数据繁多,容易丢失,且不易查找.笔者认为有必要建立一个图书管理系统,使图书管理工作规范化,系统化,程序化,避免图书管理的随意性,提高信息处理的速度和准确性,能够及时,准确,有效的查询和修改图书情况 [2].

#### 1 可行性分析

##### 1.1 经济可行性

由于系统的建立是对图书图书馆的直接投资,因此有必要考虑整个系统本身的经济可行性和实际建设投资的预期经济效益.就国内外实际应用效果而言,各种信息管理系统的设计和开发可以使计算机在图书馆信息管理中反复运行,从而节省人力成本,对图书馆管理图书具有现实意义.利用图书管理系统可以使图书管理更加高效,规范,精细,提高图书管理能力.该系统不仅减少了工作强度,提高了工作效率,而且便利了借阅和归还.极大的便捷了用户.而且,目标体系很简单,开发周期相对较短,节约人力和财力效益将.该系统的开发成本使得开发该系统经济可行 [3].

## 1.2 技术可行性

图书线上借阅系统的开发基于 B/S 模式, 主要包括前端应用程序的开发以及后台数据库的建立和维护两个方面. 对于前者要求应具备功能完备, 方便使用等特点, 而对于后者则要求能建立数据安全性好的库. 本系统采用 php 作为前端工具, mysql 作为后端的开发工具.

## 2 需求分析

### 2.1 业务流分析

图书馆在线管理系统的工作流程是: 启动并登录, 根据登录人的不同, 所有用户都可以浏览系统的主页面. 通过权限判断, 普通用户只能浏览资料. 注册用户不仅可以完成普通用户的操作, 还可以进行自己注册数据的操作 (包括自己数据的输入, 修改, 删除操作), 以及借书, 查询等功能 [4]. 管理的人员可以添加, 修改和删除系统资料, 并可以操作系统管理的所有功能. 本系统的业务流程图如图 1 所示:

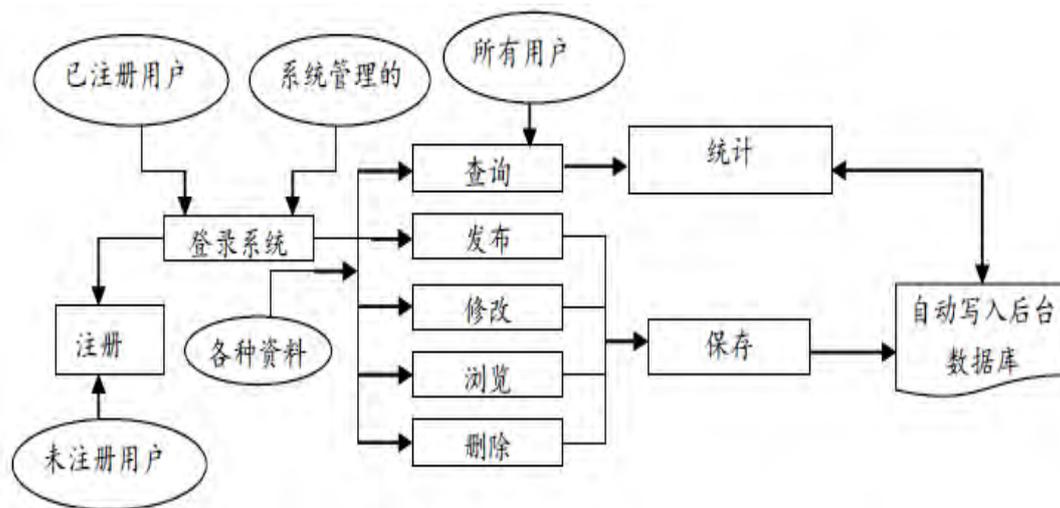


图 1 系统业务流程图

Figure 1. System business flow chart

### 2.2 数据流分析

图书馆管理的数据流: 系统运行的数据源有三种: 普通用户, 注册用户和管理的人员. 首先, 系统管理的人员根据不同用户的需要将一些资料保存到数据库中, 然后发布. 具有不同权限的用户可以添加, 修改和删除这些库资料. 所有用户都可以查询资料. 通过对系统需求的分析, 确定了系统的基本功能. 整个系统的数据流程图如图 2:

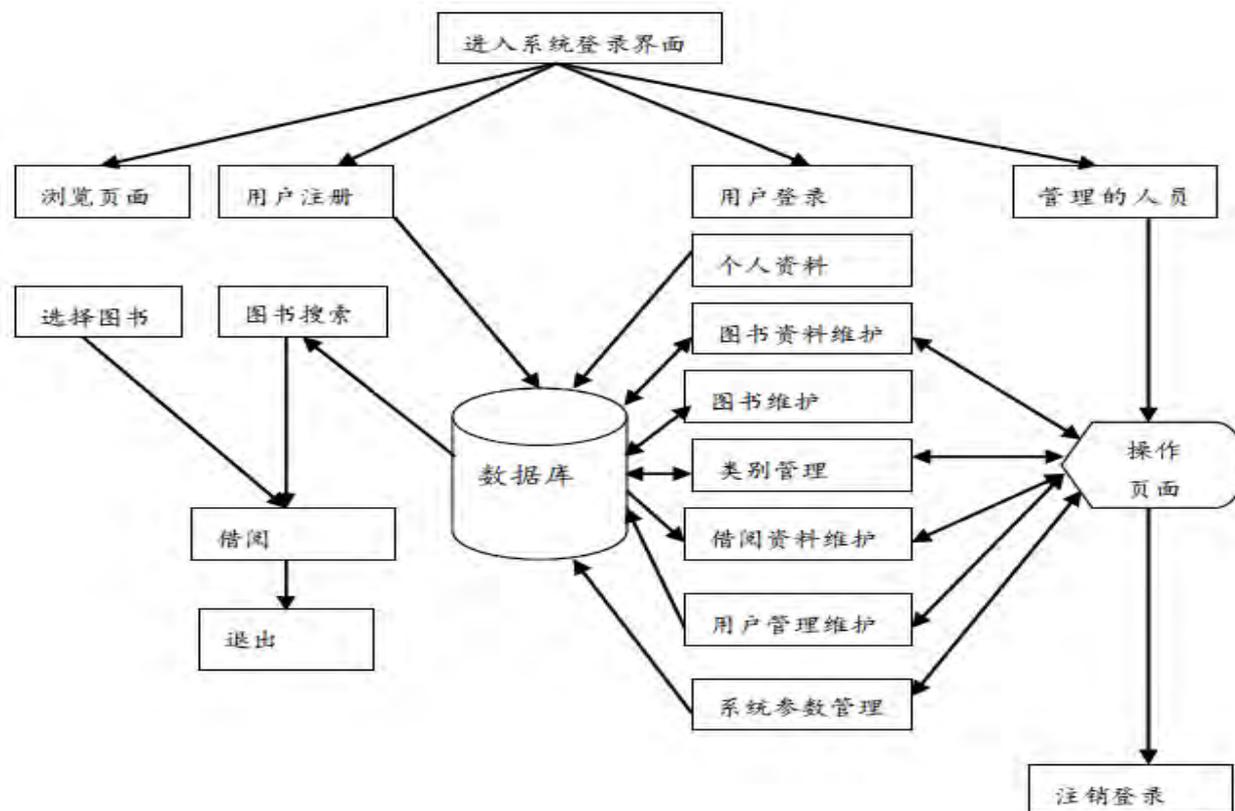


图 2 系统数据流程图  
Figure 2. System data flow chart

### 3. 系统设计

#### 3.1 系统设计思想

在本系统中, 将数据库连接存入一个 PHP 文件中, 当需要数据库连接时, 只要用 include 语句包含此文件即可.

另外系统页面结构定义在一个模板文件 PHP 中, 在这个文件中可以看到系统中基本的页面组成. 只要在此模板页面中的特定位置加上实现某种功能的代码, 此页就会成为一个具有特定功能的完整的页面.

#### 3.2 系统功能模块划分

管理的人员包括增加和修改图书资料的删除, 查看和修改读者资料, 管理读者的借阅资料, 包括查看读者的借阅资料和借阅日期, 限定借阅期间以外的计算等, 以及密码修改功能.

## 4 数据库设计

### 4.1 数据库概念结构设计

在获得上述数据项和数据结构后, 我们可以设计各种实体以满足用户的需求, 以及它们之间的关系, 这为以后的逻辑结构设计奠定 basis. 这些实体包含各种特定的数据, 并相互作用以形成数据 flow.

实体之间关系的 E-R 图如图 3 所示:

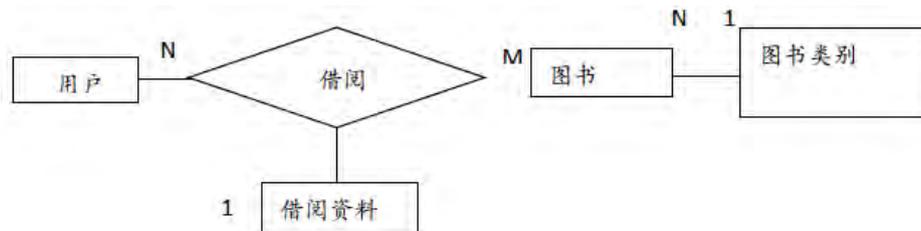


图 3 实体间的关系 E-R

Figure 3. Relationship between entities E-R

### 4.2 数据库逻辑结构设计

在概念结构设计完成后, 那么概念结构转换为实际数据库模型, 即逻辑结构.

图书馆数据库中表的设计结果如表所示, 每个表表示数据库中的一个表.

表 1. Allusers  
Table 1. Allusers table

序号	字段名称	字段类型	大小	允许为空	最大长度	备注
1	ID	Int	4	自增编号	10	
2	username	Varchar	50	是	255	
3	pwd	Varchar	50	是	255	
4	cx	Varchar	50	是	255	

## 5 结束语

系统的特点: 这是一个在线图书管理系统, 采用 p+m 模式来定制的一个图书管理平台. 本系统比较完善.

系统接口一般般, 大概需要进一步修改. 数据库操作的性能需要进一步修饰. 虽然系统经过了很大的优化, 但要达到理想状态还有很长的路要走. 例如, 如果后台数据库太大, 会影响运行速度. 冗余需要进行进一步优化. 针对系统存在的不足, 应继续完善和完善系统. 为了提高美观性, 可以使用图像处理工具进行 p 图, 为用户提供美观友好的界面, 简化程序代码, 使不同的界面可以共享一

些方法,功能和变量,并为同一功能模块生成包. 为其他接口提供参考,提高系统运行速度.

### 参考文献 (References)

- [1] Liu Jingjing. Research and design of library intellectual property management system based on blockchain technology [J]. Journal of Library Science, 2021, 43(02): 76-81.
- [2] Song Jiao, Fan Zehua. Design and Implementation of Reader Information Synchronization System in University Library — Taking Huazhong University of Science and Technology as an Example [J]. Sichuan Library Journal, 2021(01): 36-40.
- [3] Yang Jianghai, Lou Dehan, Deng Haisheng. Research and design of intelligent book management system based on big data [J]. Electronic Production, 2021(04): 48-50+70.
- [4] Qiao Jianhong. Research on the Mining of Library's Core Business and Innovative Service [J]. Jingu Wenchuang, 2021(05): 122-123.
- [5] Wang Yuqing. Design and implementation of a book query system based on Java [J]. Information and Computer (Theoretical Edition), 2021, 33(02): 138-140.
- [6] Wang Lixian, Feng Zhonghua, Shao Liwei, Ji Zhaoqin. Development and application of "One Card" and "Book Management System" — Taking Nanjing Institute of Hydraulic Research as an example [J]. Information Technology and Information Technology, 2021(01) :100-102+106.

*For citation:* YANG Tao, XU Qiao, HE Yu-Chen, CUI Xiao-Long. Design of automatic programming software for NC engraving machine based on Visual LISP //

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/4\\_2.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/4_2.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.033

UDK 004.4

## DESIGN OF AUTOMATIC PROGRAMMING SOFTWARE FOR NC ENGRAVING MACHINE BASED ON VISUAL LISP\*

*YANG Tao<sup>1</sup>, XU Qiao<sup>1,2\*</sup>, HE Yu-Chen<sup>1</sup>, CUI Xiao-Long<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Wuhan Textile University

<sup>2</sup> Hubei Digital Textile Equipment Key Laboratory, Wuhan, 430020, China,

E-mail: 1249347251@qq.com, 327778240@qq.com

### 0 引言

在木工业, 石材业, 广告业等雕刻行业中, 一般使用数控雕刻机进行雕刻, 数控雕刻技术是用数字信号对整机和刀具进行控制的机械加工技术; 不但能够提高产品的加工精度, 保证加工质量, 而且可以节省工艺设备消耗和人员成本 [1]. 但以往雕刻程序的编程方式都是采用手工编程, 容易出错, 对于复杂图形如不规则曲线而言编程难度大. 因此开发加工指令的编程软件来提高雕刻指令的编程精度和效率是很有必要的.

目前国内外雕刻机自动编程软件的种类很多, 其面向用户的接口方式也各有所不同. 蔡伯阳等的基于 DXF 文件的 NC 代码生成介绍了 DXF 文件图形实体数据读取的系统总框架及 NURBS 曲线的 NC 代码生成 [2], 该软件用 C 语言编程, 已应用在自行开发的数控水刀切割机系统上, 能很好地加工各种广告, 装饰行业上的图形实体轮廓及复杂二维零件, 且能达到满意的效果. 由王建军, 赵汝嘉开发的轴类零件数控自动编程系统采用基于加工特征的形面要素描述输入法输入零件几何信息, 并生成图形数据文件, 然后输入与加工有关的工艺信息, 通过加工决策形成加工工艺信息文件, 根据这两种信息决定加工过程并进行加工动态模拟, 最后生成加工程序 [3].

目前支持 AutoCAD 二次开发环境的主要有: Auto LISP/Visual LISP, VBA, Object ARX, ActiveX Automation 及块和形定义等 [4]. 本文利用 Visual LISP 语言进行二次开发. Visual LISP 作为 AutoLISP 开发 AutoCAD 程序及扩展 AutoCAD 功能专用的集成交互式开发环境, 使编写, 修改代码以及测试和调试程序更加容易 [5-6].

---

\* This work was supported by the National Science Foundation of China (Grant No. 51541503), State Key Laboratory of New Textile Materials and Advanced Processing Technologies (Grant No. FZ2020008), Hubei Digital Textile Equipment Key Laboratory, and Hubei Province Natural Science Foundation of China (Grant No. 2020CFB769).

本程序基于 Visual LISP 语言对 AutoCAD 进行二次开发, 以直线, 曲线, 不规则曲线, 填充图案等数据作为输入, 对数据进行处理计算后, 得到雕刻加工用的 G 代码。

## 1 软件设计原理

AutoCAD 的 DWG 文件图形数据库以图元为单位记录数据, 即一个实体或图元对应一个数据记录表. 通过修改或创建图元表, 可以实现图形编辑和生成图元 [7]. Visual LISP 可以通过指令直接读取图形数据, 来返回指定类型代码中值, 可以知道对象的特征类型. 同样可以获取圆的半径, 圆心的坐标, 多段线的起点节点, 终点或填充的参数值.

在数控加工中, 一般都是通过提取对象坐标与 G 指令相结合的方式, 生成加工指令 [8]. 用 Visual LISP 可以完美的提取图形的信息. 对于一些复杂的图形, 可以先进行处理, 然后提取坐标. 比如不规则曲线, 需要进行曲线拟合, 用多条直线来近似曲线轮廓, 然后提取这些直线节点的坐标来生成曲线的加工坐标; 还有填充图形, 可以看成是由很多条直线组成. 最后将图形信息和加工参数结合, 生成加工指令.

## 2 软件总体设计流程

要实现将加工零件的图形信息, 数控编程任务等输入到软件中, 经过软件运算再输出加工代码文件, 软件需具备以下功能:

可以提取图形信息;

能对提取到的图形信息进行分析并预处理;

具有机床参数设置功能, 关于抬刀高度, 进给速度, 主轴转速;

根据图形形状及个数, 加上相关抬刀落刀指令及图形的轮廓数据, 得到刀具轨迹.

软件可以将刀具轨迹转化为加工代码指令.

主要分为以下几个模块: 图形信息提取模块, 图形预处理模块, 机床参数设置模块, 刀具轨迹计算模块和后置处理模块. 系统总体结构图如图 1 所示

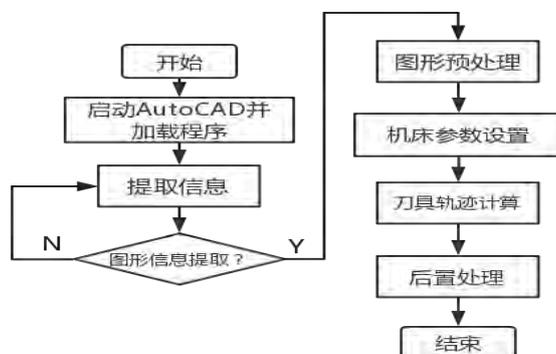


图 1 系统总体结构图

Figure 1. The overall structure of the system

### 3 软件详细设计

图形信息提取: 需要用到 (ssget) 选择集函数来获取各个图元信息置变量 ss [9]. 因为选择的对象可能是一个或多个, 所以需要用 sslength 来计算选择集的长度来获取变量中 ss 图元个数, 以此来设置循环次数. 将变量 ss 中各个图元提取并复制到变量中 en 去, 用 (entget en) 来获取图元的数据关联表.

图形预处理: 当对象类型是规则曲线如圆 (弧), 椭圆 (弧) 或是不规则曲线如样条曲线时, 需要用直线插补方式来拟合加工曲线 [10]. 用 (setq ennew (tt en 36)) 来将曲线等分, 用多条直线段, 以近似代替轮廓曲线, 然后提取拟合直线交点坐标, 将这些点相连成多段线.

在之前各项处理全部完成后, 然后可根据格式生成数控程序. 在将刀具中心轨迹的各项数据生成为数控程序时, 将每行数据读入, 可以根据线形来确定需要采用的对应的 G 指令, 并且将坐标值导入到表中, 结合机床参数, 再与 G, S, F, X, Y, Z 字母进行组合. 当完成雕刻时, 加上让刀具可以返回到坐标位置的代码 G00 X0 Y0, 雕刻结束后, 添上机床指令 M05, 来表示程序的结束. 把生成出来的加工指令文件, 输出进加工指令.txt 文件之中.

### 4 实例仿真

加工案例采用多个圆和多个曲线的组合图案来进行加工演示, 如图 2 所示; 通过软件计算后, 得到加工指令文件.txt, 如图 3 所示.

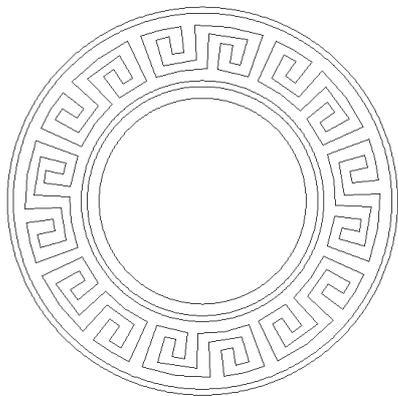


图 2 CAD 中加工案例图

Figure 2. Processing case diagram in CAD

```

文字2.txt - 记事本
文件(F) 编辑(E) 格式(O) 查看(V) 帮助(H)
M03 S5000
G90
G54 X1083.02 Y458.871
G00 X5.56 Y22.02 F500
G01 Z-1
G01 X5.56 Y22.02 F200
G01 X5.30 Y25.05 F200
G01 X4.51 Y27.99 F200
G01 X3.22 Y30.75 F200
G01 X1.48 Y33.25 F200
G01 X-0.68 Y35.40 F200
G01 X-3.17 Y37.15 F200
G01 X-5.93 Y38.43 F200
G01 X-8.87 Y39.22 F200
G01 X-11.91 Y39.49 F200
G01 X-14.94 Y39.22 F200
G01 X-17.88 Y38.43 F200
G01 X-20.64 Y37.15 F200
G01 X-23.13 Y35.40 F200
G01 X-25.29 Y33.25 F200
G01 X-27.03 Y30.75 F200
G01 X-28.32 Y27.99 F200
  
```

图 3 加工代码示意图

Figure 3. Schematic diagram of processing code

利用 CAXA 编程助手软件来进行加工仿真, CAXA 编程助手是用于对数控指令进行仿真的软件, 具有体积小, 功能齐全, 操作方便等优点, 可以对代码进行加工仿真, 并生成仿真报告. 以下是将加工代码导入 CAXA 中运行实例:

将加工指令导入 CAXA 软件, 软件左侧为加工指令, 右侧为加工显示窗口, 点击开始进行仿真加工, 如图 4 所示刀具的仿真加工过程.

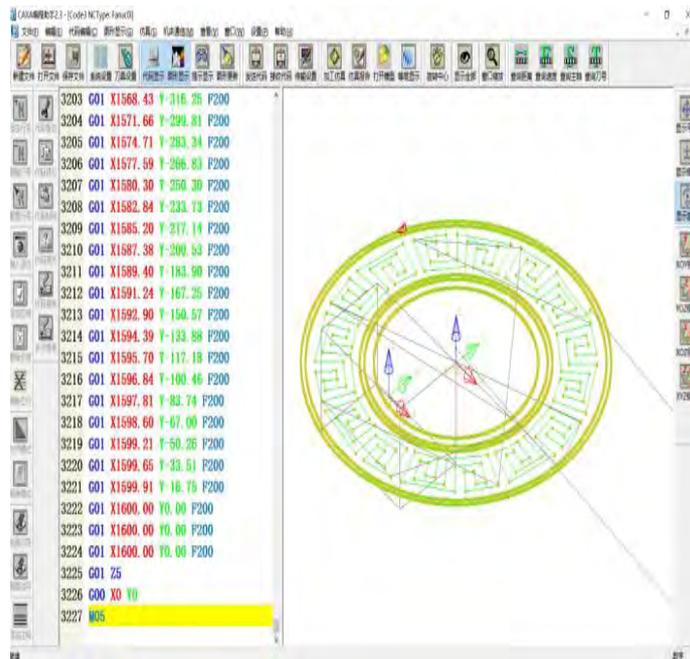


图 4 仿真过程图

Figure 4. Simulation process diagram

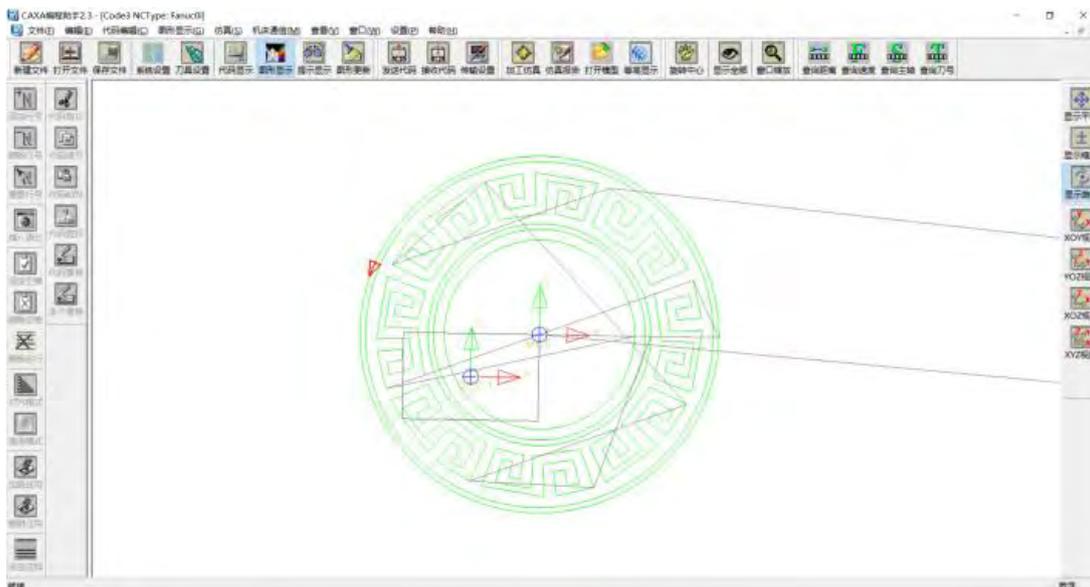


图 5 仿真成型图

Figure 5. Simulation molding diagram

(2) 软件仿真加工好的图形, 如图 5 所示, 图中深色线为刀具运行轨迹, 浅色线为雕刻形状即 CAD 中所绘制的图形形状.

经过验证, 达到了预期的效果, 可有效提高编程效率.

## 5 结束语

本文基于 Visual LISP 对 Auto CAD 进行二次开发, 阐述了数控雕刻机编程软件的设计思路和流程. 本软件用 Visual LISP 直接读取待雕刻的图形数据, 并

储存在列表中, 再对原数据进行处理, 提取图形数据坐标与加工指令相结合来处理, 从而生成加工指令 G 代码. 将 G 代码导入仿真软件中检验刀具在雕刻过程中的运动轨迹, 经过验证, 达到了预期的效果, 有效提高编程效率.

### 参考文献 (References)

- [1] Zhang Xingwu, Zhao Qingzhi, Liu Jikai, Wang Hongjia. Research and application of CAD/CAM multi-function of 3D CNC engraving machine [J]. Modular Machine Tool and Automatic Processing Technology, 2017(08): 119-121+126.
- [2] Cai Boyang, Lin Jinming, Xie Minghong. NC code generation based on DXF files [J]. Modern Manufacturing Engineering, 2002(02): 20-21.
- [3] Wang Jianjun, Zhao Rujia. The NC automatic programming system for shaft parts [J]. Computer Aided Design and Manufacturing, 1996(07): 25-27.
- [4] Huang Xiuqin. Research on the secondary development of AutoCAD2000 based on Visual Lisp [J]. Journal of Changzhou Institute of Technology, 2002, 15(4): 4-7.
- [5] Li Xuezhi. Visual LISP programming [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2010.
- [6] Wu Kaiwei, Shi Weiquan. Development of Aided Design Program for Metro Track Comprehensive Drawing Based on Visual LISP [J]. Railway Standard Design, 2017, 61 (05): 27-31.
- [7] Liu Chao, Mo Dongxu, Xue Xiaomeng, Luo Jia, Lai Wei. Research and Application of Blasting Aided Design System Based on Visual Lisp and VBA [J]. Mining Research and Development, 2020, 40(09): 149-153.
- [8] Cui Lianhe, Yu Huayan, Liu Jiang, Wan Wenlong. Research on the secondary development of AutoCAD based on AutoLISP [J]. Manufacturing Automation, 2019, 41 (02): 47-51.
- [9] Wang Jiaqing, Zhu Qixiang, Shi Xiaozhong. On the application of LISP's secondary development in CAD [J]. Urban Roads, Bridges and Flood Control, 2016(10): 164-165+20.
- [10] Ge Yuxi, Huang Feng. The secondary development of AutoCAD based on VBA and Visual Lisp [J]. Mechanical and Electrical Engineering Technology, 2019, 48(10): 86-88+207.

*For citation:* ZHAO Jia, ZHANG Meng-Ying, MEI Shun-Qi. Analysis of object detection algorithms based on deep learning //

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/4\\_3.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/4_3.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.034

UDK 004.93

## ANALYSIS OF OBJECT DETECTION ALGORITHMS BASED ON DEEP LEARNING

ZHAO Jia<sup>1</sup>, ZHANG Meng-Ying<sup>1</sup>, MEI Shun-Qi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Hubei Digital Textile Equipment Key Laboratory, School of Mechanical Engineering and Automation, Wuhan Textile University, Wuhan 430073, China

### 0 引言

深度学习不断发展, 逐渐走进人们的生活, 为人们带来了诸多便利, 深度学习可以从图像数据中学习到强大的特征表征, 基于深度学习的目标检测算法的检测精度日益提升. 目标检测作为计算机视觉领域一个基础并且具有挑战性的问题, 是计算机视觉分支 [1]. 在过去的几十年里, 有关学者和技术人员对目标检测做了大量的研究. 比如, 姜文志等人通过在 YOLOV3 原网络基础上额外引入一个输入尺度, 将其与上一个输入尺度中的特征信息进行拼接, 提高了模型的整体性能 [6]; 卜德飞等在 SSD 网络的特征提取网络中利用稠密连接卷积网络, 并进行特征图重利用增加中小网络的信息. 实验表明, 改进 SSD 网络的目标检测率高于原 SSD 网络 [7]; 辛元雪等提出了一种区域提取与改进 LBP (Local Binary Patterns) 纹理特征相结合的运动目标检测算法, 该方法在快速提取运动目标前景区域的同时能够消除大部分动态背景产生的干扰 [8].

### 1 目标检测算法

一般认为, 目标检测的发展历程大致经历了两个关键的时期, 我们把这两个时期称之为是基于深度学习的目标检测基于传统方法的目标检测时期和基于深度学习的目标检测时期 [5]. 本文主要介绍基于深度学习的目标检测.

(1) R-CNN 算法是 Ross Girshick 等人在 2014 年提出的基于区域的卷积神经网络方法, 全名是 Region-cnn 在基于区域检测上, RCNN 的出现使得检测精度得到大幅提高. RCNN 算法先提取候选框, 再进行特征提取, 对特征进行分类并调整, 并采用非极大值抑制剔除重叠建议框. RCNN 的结构和框架如下:

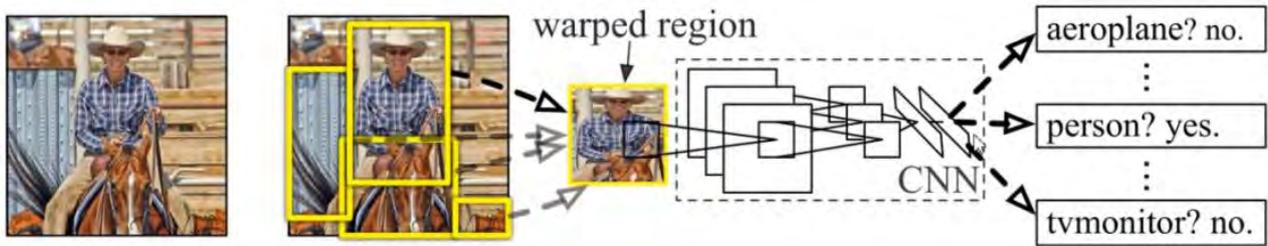


图 1 RCNN 结构图

Figure 1. The structure chart of RCNN

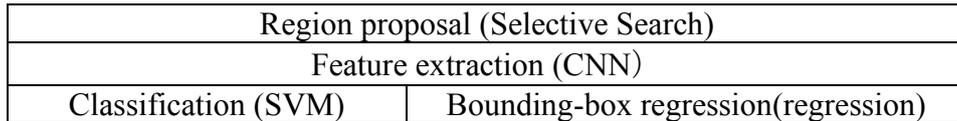


图 2 RCNN 框架图

Figure 2. The frame diagram of RCNN

相对于传统算法, RCNN, 将 mAP (mean average precision) 从 DPMHSC 的 34.4% 直接提升到了 66%; 并引入了区域建议和卷积神经网络相结合的方法, 用于目标检测. RCNN 的不足之处在于: 训练步骤繁琐; 测试速度慢; 训练所需空间大.

(2) Fast R-CNN 是作者 Ross Girshick 继 RCNN 后的又一力作, 对 RCNN 做了改进, 将特征提取模块, 区域分类和边界框回归模块整合在一起. Fast R-CNN 与 RCNN 的不同在于: RCNN 依次将候选框区域输入卷积神经网络得到特征; 而 Fast R-CNN 将整张图像送入网络, 紧接着从特征图像上提取相应的候选区域. 这些候选区域的特征不需要再重复计算.

Fast R-CNN 的结构图和框架图如下:

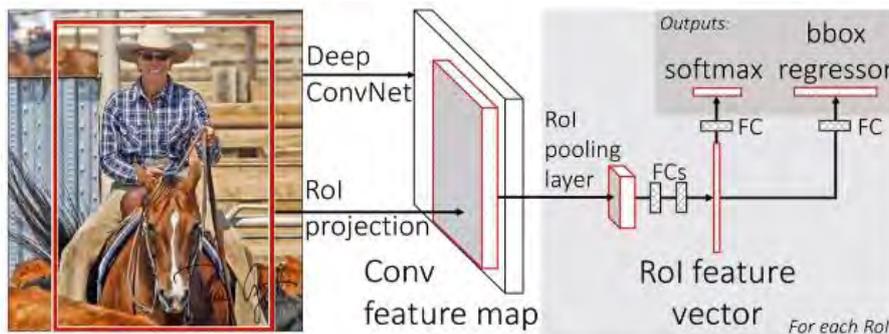


图 3 Fast RCNN 结构图

Figure 3. The structure chart of FastRCNN

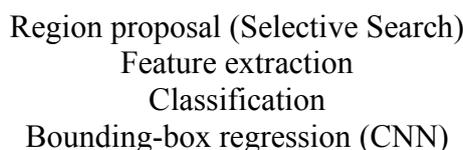


图 4 Fast RCNN 框架图

Figure 4. The frame diagram of FastRCNN

Fast RCNN 每张图片耗时仅需 3 秒, 与 RCNN 相比, 准确率从 62% 提升至 66%. Fast RCNN 的缺点在于: 依旧用选择性搜索提取区域建议; 无法满足实时应用, 没有真正实现端到端的训练测试; 利用了 GPU, 但是区域建议方法是在 CPU 上实现的.

(3) Faster RCNN 将产生候选区模块并入整个网络, 它的一个创新点就是该算法利用了一个小型的区域提议网络 (RPN, Region Proposal Network) 取代了之前传统的选择性搜索算法 (SS) [7,8], 并首次提出了 anchor 的概念用于检测同一个位置上的多目标. Faster R-CNN 的结构图和框架图如下:

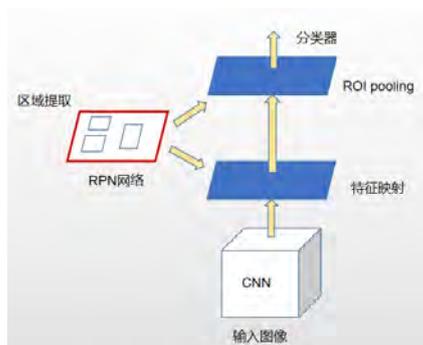


图 5 Faster RCNN 结构图  
Figure 5 The structure chart of Faster RCNN

Region proposal  
Feature extraction  
Classification  
Bounding-box regression (CNN)

图 6 Faster RCNN 框架图  
Figure 6. The frame diagram of Faster RCNN

Faster RCNN 提高了检测精度和速度; 真正实现端到端的目标检测框架; 生成建议框仅需 10ms. 但它的不足有: 还是无法达到实时检测目标的目的; 获取 region proposal, 再对每个 proposal 分类计算量较大.

## 2 算法比较

在了解了不同算法的网络结构和框架之后, 对不同算法的测试时间, 运算速度和均值平均精度进行比较, 如表所示:

表 1 RCNN, Fast RCNN, Faster RCNN 算法对比表  
Table 1. Comparison of RCNN, fast RCNN and fast RCNN algorithms

	RCNN	Fast RCNN	Faster RCNN
Test time per image (with proposals)	50 seconds	2 seconds	0.2 seconds
Speedup	1×	25×	250×
mAP(VOV 2007)	66.0	66.9	66.9

由表可知, RCNN, Fast RCNN, Faster RCNN 对图片的测试时间和速度依次增加, 训练精度也逐步上升.

### 3 结束语

通过对目标检测算法的不足加以归纳, 目标检测算法未来可朝以下几个方向发展: 创造多元化训练数据集; 制备多领域多场景目标检测器扩大检测范围; 进一步研究如何综合各种算法的优点, 在提高精确度的同时又运算速度; 健全深度学习理论, 对卷积神经网络中的各种参数和权重进行更加精确的调整.

### 参考文献 (References)

- [1] Tian Heli, Ding Sheng, Yu Changwei, et al. Research on video summarization technology based on target detection and tracking [J]. Computer science, 2016, 43 (11): 297-299
- [2] Jiang Wenzhi, Li Bingzhen, Gu Jiaojiao, Liu Ke. Ship target detection algorithm based on improved Yolo V3 [J/OL]. Electro Optics and control: 1-5 [2021-03-26]
- [3] Bu Defei, sun Shaoyuan, Huang Rong, et al. Unmanned night target detection based on improved SSD [J]. Journal of Donghua University (NATURAL SCIENCE EDITION): 1-7
- [4] Xin Yuanxue, Shi Pengfei, Xue Ruiyang. Moving object detection based on region extraction and improved LBP features [J/OL]. Computer science: 1-8 [2021-03-26] [9] Zou Z, Shi Z, Guo Y, et al. Object detection in 20 years: A survey [J]. arXiv preprint arXiv: 1905. 05055, 2019.
- [5] P. F. Felzenszwalb, R. B. Girshick, and McAllester D. «Cascade object detection with deformable part models» in Computer vision and pattern recognition (CVPR), 2010 IEEE conference on. IEEE, 2010, pp. 2241-2248.
- [6] Uijlings J R R, van de Sande K E A, Gevers T, Smeulders A W M. Selective search for object recognition. International Journal of Computer Vision, 2013, 104(2): 154–1717.
- [7] K.E. Van de Sande, Uijlings J.R., Gevers T., and Smeulders A.W. «Segmentation as selective search for object recognition» in Computer Vision (ICCV), 2011 IEEE International Conference on. IEEE, 2011, pp. 1879-1886.

## V. КУЛЬТУРА И СОЦИАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ В РЕГИОНАХ БОЛЬШОГО АЛТАЯ

Для цитирования: Моквитина Р.С. Художественная культура СУАР и ее исследования отечественными учеными // [Электронный ресурс]

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/5\\_1.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/5_1.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.035

УДК 7.06

### ХУДОЖЕСТВЕННАЯ КУЛЬТУРА СУАР И ЕЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫМИ УЧЕНЫМИ

*Р.С. Москвитина<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> ФГБОУВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»,  
г. Барнаул, Россия  
E-mail: moskvitina16@yandex.ru

#### **Введение**

Синьцзян-Уйгурский автономный район (далее — Синьцзян или СУАР) находится в северо-западной части Китая. Он является самой большой по площади территориально-административной единицей КНР. На западе СУАР граничит с Казахстаном, Киргизией и Таджикистаном, на севере — с Россией, на северо-востоке — с Монголией, а на востоке — с провинциями Цинхай и Ганьсу. На юге Синьцзян соседствует с Тибетским автономным районом, а на юго-западе с Индией. Из всех провинций Китая Синьцзян имеет самую протяженную границу с наибольшим числом стран — с восемью государствами.

В последние годы заметно увеличивается интерес ученых, политиков к изучению этого региона. Это связано, в первую очередь, со значительным повышением роли СУАР во внутрикитайских и международных процессах в Центральной Азии. Сегодняшние перемены, происходящие в СУАР, сопровождаются пересмотром роли культурной политики, ее значения для народов, населяющих этот район Китая. И в современных социально-политических условиях культура региона продолжает играть важную роль в его становлении и развитии.

Синьцзян имеет очень древнюю и самобытную историю. Здесь можно увидеть древние городища, буддийские пещеры, разные по стилю мечети, ламаистские монастыри и храмы; можно ознакомиться с насыщенной колоритом национальной культурой, национальным песенно-танцевальным искусством [1]. В древности по территории Синьцзяна проходил Великий шелковый путь, и это во многом предопределило дальнейшее развитие региона. Издревле он был многонациональным регионом. Как важный узел в экономическом и культурном обмене между Востоком и Западом, Синьцзян исторически являлся районом сосуществования многих культур и религий. До

проникновения ислама в Синьцзян вдоль Шелкового пути уже распространялись многие религии — зороастризм, буддизм, даосизм [2].

Сегодня Синьцзян населяют 47 национальностей, наиболее многочисленные из которых — уйгуры, китайцы (хань), казахи, дунгане (хуэй), ойрат-монголы, киргизы, сибиряки, таджики, узбеки, маньчжуры, дауры, татары и русские. Кроме того, здесь также проживают дунсяни, салары, тибетцы, мяо, буи и другие. Регион отличается многоконфессиональностью, причем наиболее распространен ислам, исповедуемый большей частью населения (уйгурами, хуэй, казахами, киргизами, таджиками и т.д.) [3].

Исторически культура Синьцзяна отличается от культур других регионов Китая, центральной части страны. С древности здесь соединились китайская, монгольская, тюркская и другие культурные традиции. Разнообразие культур — поистине уникальная черта этого края. Изумительный национальный колорит Синьцзяна выражается в предметах материальной и духовной культуры, живописи, народно-прикладном искусстве, музыке и театре.

Синьцзян также играет важную роль в истории художественной культуры многих народов Азии. Художественная культура Синьцзяна явилась результатом творчества большого числа народов и племен, населяющих этот замечательный и удивительный регион. Синьцзян не зря называют «краем песен и танцев». Музыка и танцы уйгуров, казахов, киргизов, таджиков, монголов, татар и других национальностей весьма разнообразны. Культура и обычаи каждого народа проявляются в народном искусстве песни и танца. Это своеобразный язык художественной культуры, который передается от поколения к поколению.

Современная художественная культура Синьцзяна, национальные песни и танцы отличаются характерными национальными особенностями, с одной стороны, а с другой, — выражают черты всей многонациональной культуры Синьцзяна. Поэтому изучение элементов художественной культуры региона становится важным в процессе понимания социально-психологических особенностей разных национальных культур и обычаев.

Что представляет собой художественная культура и почему ее изучение тесно связано с изучением национальных особенностей этноса в целом?

Художественная культура — это совокупность всех видов художественной деятельности. К ней относят элитарную и народную культуру, или, по-другому, искусство и фольклор. Где искусство — это сфера профессионального творчества, а фольклор — народного [4].

Иными словами, ядро художественной культуры составляют профессиональное и бытовое искусство. Сюда относятся живопись, графика, скульптура, литература, музыка, танец, архитектура, театр, кино, декоративно-прикладное искусство, художественная фотография. В рамках этих видов искусства создаются художественные произведения — картины, скульптуры, книги, фильмы, спектакли и т.д.

Благодаря художественной культуре человек способен образно отражать и моделировать мир. Выполняя ценностную функцию, культура отражает качественное состояние общества, его этическое и нравственное содержание. Художественная культура складывается исторически по мере развития общества и расширения сферы художественной деятельности и вбирает в себя новые формы и виды творчества.

### **Обсуждение**

Изучение художественной культуры отдельного народа или этнической группы обретает особую актуальность в условиях полиэтничной среды, в которой проживает данная этническая группа. Здесь естественным образом возникает проблема сохранения ее культурных ценностей, обычаев и традиций. Встает вопрос ассимиляции культуры и взаимовлияния с другими культурными традициями. Любой сформировавшийся этнос постоянно усваивает те элементы культуры, которые представляются ему нейтральными, и активно сопротивляется заимствованию черт, рассматриваемых им как этнически значимые [5]. Это означает, что этническое самосознание оказывает воздействие на сам механизм заимствования культурных достижений соседей. Поэтому вопрос изучения культуры титульного этноса, проживающего в условиях полиэтничной среды, является весьма актуальным. Необходимо понять, как окружающее многообразие культурных традиций влияет на культуру этноса, поддается ли она влиянию со стороны соседних культур, что изменяется, а что остается неизменным. Все народности Синьцзяна поддерживают и развивают свои национальные культуры, но в то же время вносят самобытный вклад в развитие китайской (ханской) культуры. Художественная культура этого региона самобытна и не похожа на культуру других китайских областей. Отчасти в силу того, что исторически Синьцзян располагался на Шелковом пути, а его культура обогащалась яркими региональными и национальными особенностями [6]. С древности здесь соединялись китайская, греко-римская, исламская и другие культуры.

Ханьская культура в Синьцзяне внесла новые веяния в народные обычаи и культуру Синьцзяна, одновременно впитав в себя элементы других культурных традиций. Так, несмотря на специфические особенности региона можно заметить общие черты, характерные для китайско-буддийского изобразительного искусства. Например, изменяется трактовка внешнего вида персонажа в пользу утончения фигур и черт лица, элегантности и плавности силуэтных линий. Меняется этнографический тип изображения; на фресках стали отражаться не только местные этнические черты, но и бытовые реалии.

Монументальная живопись храмов вобрала в себя лучшие каноны изображения буддийского искусства. Вместе с тем местные мастера выработали самобытные методы, технологию и живописные материалы, присущие китайскому и уйгурскому искусству. Синьцзянские ханьцы дали стране много

талантливых писателей и поэтов, чьи произведения пользуются известностью не только в Синьцзяне, но и за его пределами.

Архитектура в Синьцзяне также имеет ярко выраженные национальные особенности. Основной стиль народного строительства здесь — исламский, несмотря на многоконфессиональность региона. Синьцзянский исламский архитектурный стиль в разные периоды истории и на различном культурном фоне проявлял неодинаковые национальные особенности в отношении культуры, искусства, архитектуры, живописи, ваяния и т.д. Взаимопроникающие исламская культура строительства и традиционное китайское зодчество путем длительного развития и преобразования сохранили старый архитектурный стиль, проявили явные особенности китайской культуры, стали составной частью китайской народной культуры строительства [7].

Теперь обратимся к истории Синьцзяна, современная территория которого прежде называлась Кашгар, или Восточный Туркестан. Джунгария и Кашгар были завоеваны маньчжурами в 1758-1759 гг. Здесь периодически вспыхивали восстания. Так, в мае 1857 г. часть Кашгара восстала против маньчжурского владычества. Однако после подавления мятежные настроения продолжались. Тогда сюда по инициативе П.П. Семенова был отправлен его ученик — поручик Ч.Ч. Валиханов, который под видом кокандского купца должен был собрать информацию об этом районе [8]. Он описал маршрут своего путешествия, на котором отметил средневековые пещерные буддийские храмы. Полгода он прожил в Кашгаре под видом мусульманского купца, собрал ценный исторический материал. Это было очень опасное путешествие, тем не менее, поездка Валиханова завершилась сбором этнографической и статистической информации об этой территории, что заложило основу для дальнейших исследований Синьцзяна.

Однако Синьцзян продолжал оставаться малоизученным вплоть до последней четверти XIX в. С 80-х гг. XIX в. Русское географическое общество и Русский комитет для изучения Средней и Восточной Азии предприняли ряд экспедиций в Центральную Азию, во время которых были получены географические, археологические, этнографические и другие результаты исследования. Внимание науки и общественности России XIX в. к Восточному Туркестану привлек российский генконсул в Кашгаре Н.Ф. Петровский [9]. Сфера его интересов — география, история, экономика и политика. Именно ему принадлежит честь первооткрывателя прошлого Кашгарии, заложившего основы дальнейшего изучения археологии и духовной жизни аборигенного населения.

Другим значимым российским исследователем Синьцзяна стал Г.Е. Грумм-Гржимайло. Малоизвестно, что он одним из первых провел глубокий анализ состояния природных комплексов, степных, горных массивов Синьцзяна, а также описал способы хозяйствования местных народов. Он

впервые комплексно изучил Западный Китай, Памир, Тянь-Шань в период с 1884-1890 гг., Западную Монголию. В 1889 году Географическое общество России сформировало три научные экспедиции в Центральную Азию. Одну из них возглавил Грумм-Гржимайло.

Путешественники побывали в Восточном Тянь-Шане, в пустынных горах Бэйшаня, изучали систему гор Наньшаня, посетили также высокогорное озеро Кукунор. Григорий Грумм-Гржимайло открыл глубокую Турфанскую котловину с редкой пустынной растительностью и соленым озером Броджанте, лежащим на 130 метров ниже уровня моря. В степях Джунгарии ему удалось первым из европейцев подстрелить лошадь Пржевальского. Путешественники достигли долины реки Хуанхэ. Это была конечная цель экспедиции. Всего ученые произвели маршрутную съемку 7250 километров пути, определили географические координаты в 30 местах, в 140 пунктах определили абсолютные высоты. Собрали огромные зоологические и минералогические коллекции. Именно в этой экспедиции российский исследователь проявил свои способности выдающегося ученого-географа и собрал разнообразный материал, позволивший ему в течении последующих лет разрабатывать историю формирования народов, населяющих эту страну, и издать трехтомную работу «Описание путешествия в Западный Китай».

Его вклад в развитие российской географической науки, экологии, энтомологии имел уникальное значение, а проведенные им исследования не потеряли своей актуальности и в настоящее время.

Необходимо также сказать об исследованиях другого выдающегося российского ученого и путешественника Г.Н. Потанина. Российский географ, этнограф, фольклорист, ботаник, публицист, общественный деятель. Он положил начало научному изучению Монгольского Алтая. На юге Гоби открыл Мэчин-Ула и Карлыктаг — самые восточные отроги Тянь-Шаня. Установил независимость горных систем Алтая и Тянь-Шаня. Описал и нанес на карту многие горные хребты и озера Монголии и Северного Китая [10].

Потанин совершил пять крупных монголо-китайских экспедиций, посвятив исследованиям многие годы; им были организованы две Китайско-Тибетские экспедиции. Первая Китайско-Тибетская (Ганьсуйская) экспедиция (1884-1886 гг.), охватившая две северные провинции Китая и Ордос, дошла до Ганьсу, затем двинулась в восточные окраины Тибета; обратный путь проходил через хребет Наньшань и всю центральную Монголию.

В 1892-1893 гг. состоялась Вторая Китайско-Тибетская экспедиция для изучения восточной окраины Тибета. В результате этих экспедиций были получены ценные сведения по географии до этого малоизвестных и неизученных областей Центральной Азии. Были собраны ценные материалы по культуре, быту и народному творчеству, истории эпоса народов, населяющих Центральную Азию, Китай.

Российские ученые продолжают исследовать территорию Центральной Азии. Необходимо отметить в их числе П.К. Козлова — русского

путешественника, военного географа, этнографа, исследователя Монголии, Тибета и Синьцзяна. Ученик, единомышленник и продолжатель трудов Н.М. Пржевальского, он завершил ликвидацию «белого пятна» на карте Центральной Азии [11]. Исследования и открытия П.К. Козлова в области природы и археологии снискали ему широкую известность далеко за пределами нашей страны.

П.К. Козлов предпринял шесть длительных экспедиций в Наньшань, Сычуань, Восточный Туркестан, Монголию и Тибет, три из которых возглавлял лично. Целью первого путешествия (1883-1885 гг.) было изучение Северного Тибета и Восточного Туркестана. Несмотря на все трудности, исследование Центральной Азии стало в дальнейшей жизни и работе путешественника.

Одной из самых удачных стала монголо-тибетская экспедиция в период с 1899-1901 гг. На левом берегу реки Янцзы П.К. Козловым были открыты и нанесены на карту ранее неизвестные местности. Помимо географических были совершены и этнографические открытия, изучены восточно-тибетские племена. За эти открытия Петр Кузьмич получил золотую медаль от Русского географического общества.

В 1907-1909 гг. Козлов провел Монголо-Сычуаньскую и Амдоскую экспедицию — были исследованы средняя и южная часть Монголии, Гоби и область Амдо, лежащая на юг от Кукунора, Снина и Ланьчжоу. Экспедиция оказалась очень плодотворной по своим результатам. Особенно она прославилась открытием и раскопками мертвого города Хара-хото. Как позже оказалось, Хара-хото некогда был одним из крупных городов тангутского государства, обладавшего высокой культурой. Богатейшие коллекции, привезенные из Хара-хото, стали объектом изучения многих археологов и историков. Раскопки в Хара-Хото дали также богатый набор статуэток и всевозможных фигурок культового значения, буддийских икон, писанных на дереве, шелке, полотне и бумаге, многие из которых имеют большую художественную ценность. При раскопках Хара-Хото была обнаружена древняя библиотека в 2000 книг, которая состояла в основном из книг на «забытом» языке, который впоследствии оказался тангутским языком. Открытие Хара-хото имело большое историко-культурное значение и прославило ученого.

Исследования П.К. Козлова внесли огромный вклад в изучение природы, экономики, быта и археологии Центральной Азии.

Значительный вклад в изучение Центральной Азии внесла семья Рерихов — выдающийся русский художник, учёный, педагог, философ и общественный деятель Николай Константинович Рерих и его сын, востоковед и лингвист, автор трудов по тибетологии и монголоведению Юрий Николаевич Рерих. Первая экспедиция Рерихов в Центральную Азию состоялась в 1924-1928 гг. Маршрут путешествия пролегал из Индии в Сибирь (через Сикким, Кашмир, Гималаи, Каракорум, Таримскую впадину, Джунгарию к озеру Зайсан, далее через Алтай к Омску) и из Монголии в Индию (через Цайдам, Тибет и Гималаи).

Одной из главных задач экспедиции являлось проведение археологических разведок для определения перспектив дальнейшего исследования Центральной Азии [12].

Центрально-Азиатская экспедиция Н.К. Рериха занимает особое место среди экспедиций XIX-XX вв. Районы, по которым прошла экспедиция, давно привлекали внимание Н.К. Рериха не только как художника, но и как учёного, его интересовал ряд проблем, связанных с путями развития цивилизации, в том числе с мировыми миграциями древних народов и поиском общего источника славянской и индийской культур [13]. В экспедиции принимали участие Николай Константинович, его жена Елена Ивановна и старший сын Юрий Николаевич Рерихи. Был собран уникальный научный материал. Результаты экспедиции впечатляют: было пройдено свыше 25 тысяч километров, пересечены две пустыни, преодолены 35 высокогорных перевалов, многие из которых путешественники впервые нанесли на карту.

За время экспедиции Н.К. и Ю.Н. Рерихами были осмотрены и описаны различные археологические объекты, проведена предварительная датировка и установлена их культурная принадлежность. Работы эти во многом имели новаторский характер; экспедицией были собраны обширные научные коллекции, уникальные документы и рукописи. Уникальность экспедиции состояла еще и в том, что никто до и после нее не ставил перед собой художественные задачи: Н.К. Рериху удалось в тяжелых походных условиях создать бесценные полотна, отразившие географическую картину Центральной Азии и культуру населяющих ее народов. По материалам, полученным исследователями в ходе экспедиции, в 1928 году был создан Гималайский институт научных исследований «Урусвати».

Ю.Н. Рерих посвятил Трансгималайской экспедиции (1925-1928 гг., завершающий этап Центрально-Азиатской экспедиции) книгу «По тропам Срединной Азии». Материал книги изложен в форме путевого дневника экспедиции, который вел Юрий Николаевич, и представляет собой увлекательное повествование обо всех перипетиях путешествия по странам Азии. Книга содержит в себе бесценный, необыкновенно интересный материал о странах Востока и Азии: культуре, истории, этнографии, религии, философии, искусстве.

### **Выводы**

Во второй половине XIX – начале XX вв. памятники древних и средневековых культур на территории Синьцзяна становятся объектами изучения со стороны не только российских, но и европейских и китайских ученых. Интерес к историческому прошлому этого района был обусловлен не только его малоизученностью, важной ролью в транзитных связях между странами Восточной и Средней Азии, обилием ценных археологических находок и предметов искусства, но и стратегическим положением Синьцзяна.

В течение 1909-1910 и 1914-1915 гг. на территории Синьцзяна (Восточного Туркестана) работала экспедиция, возглавляемая одним из ведущих российских ученых-востоковедов того времени С.Ф. Ольденбургом. В течение первого путешествия члены отряда прошли маршрут от Чугучака на Урумчи и далее на Карашар, обследовали развалины буддийского монастыря Шикшин, памятники Турфанского оазиса и окрестностей Кучи.

В 60-х гг. XX в. на территории Джунгарии и Монгольского Алтая начались полевые исследования памятников чемурчекской культуры — археологических объектов раннего бронзового века. Первые ее памятники были открыты китайскими археологами в 1961 г.

Чемурчекская культура была отдельно выделена и изучена как феномен петербургским археологом А.А. Ковалёвым, проводившим раскопки ее памятников более десяти лет в конце XX века и начале нынешнего [14]. Известна эта культура по своим погребальным сооружениям и стелам второй половины III – начала II тыс. до н.э., распространенным в Северном Синьцзяне (Джунгарии), Монгольском Алтае, а также на территории Китая, Монголии, Казахстана.

Погребальные сооружения чемурчекской культуры обнаруживают сходство с мегалитическими сооружениями (расписанные внутри огромные каменные гробницы для коллективных погребений) Западной Европы, что позволяет выдвинуть гипотезу о миграции европейского населения в Джунгарию не позднее начала III тысячелетия до н.э.

Ковалёв увидел ближайшие аналогии каменных гробниц Чемурчека — с многослойными каменными насыпями по периметру склепа — в Западной Франции. В Испании и Южной Франции нашлись точные соответствия росписям чемурчекских гробниц. Было обнаружено также множество антропоморфных статуй, имеющих аналоги в Южной Франции.

На основе полученных материалов в 2012 году вышла книга А.А. Ковалёва «Древнейшие статуи Чемурчека и прилегающих территорий», в 2015 — сборник отчетов о раскопанных в Монголии и Казахстане чемурчекских курганах.

Это, пожалуй, основные исследования территории Синьцзяна российскими исследователями на протяжении 19-20 вв. Мы видим, что территория Центральной Азии и Восточного Туркестана всегда представляла большой интерес для российских исследователей и путешественников, однако и сегодня недостаточно информации о современной художественной культуре Синьцзяна. Все российские исследования этого региона, как правило, носили географический, этнографический характер. Практически не встречаются исследования элитарной и народной культуры Синьцзяна, культурных констант и форм. Поэтому вопрос изучения Синьцзяна в части художественного и народного творчества этносов, населяющих этот многонациональный регион Центральной Азии, остается весьма актуальным.

## Список литературы

1. Шэн Ли. Синьцзян, Китайская земля: прошлое и настоящее / Ли Шэн. — Синьцзянское народное издательство, 2006. 416 с.
2. Белая книга: «История и развитие Синьцзяна» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.chinaconsulate.khb.ru/rus/xwtd/2003s/t117575.htm>.
3. Новичков В. (2017) Основные направления национальной политики в СУАР КНР после 2000 г., Вестник Томского государственного университета, №424, С. 116.
4. Кравченко А. И. Культурология. Учебное пособие для вузов. 4-е изд / А. И. Кравченко. М.: Академический проект, Трикста, 2003. 496 с.
5. Баринаева Е.Б. Этнокультурные контакты Китая с народами Центральной Азии в древности и средневековье. М.: ИЭА РАН, 2013. 419 с.
6. Развитие и прогресс Синьцзяна [Электронный ресурс] — Режим доступа: [http://russian.china.org.cn/government/archive/baipishu/txt/2009-12/14/content\\_19062512\\_5.htm](http://russian.china.org.cn/government/archive/baipishu/txt/2009-12/14/content_19062512_5.htm).
7. Дин Сяолунь. Познаем Синьцзян / Дин Сяолунь. — Урумчи: Синьцзянское издательство «Художественная фотография», 2006. 223 с.
8. Россия и Восточный Туркестан (Синьцзян) в XIX веке [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://regnum.ru/news/polit/2391442.html>.
9. Зотов О.В. (2009) Восточный Туркестан (Синьцзян): на весах истории и геополитики, Восток. Афро-азиатские общества: история и современность, №2, С. 125.
10. Человек дня. Григорий Потанин [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://polit.ru/news/2019/10/04/potantin/>.
11. Они открывали Землю! [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://i.geosite.ru/node/93>.
12. Об историко-археологических исследованиях Н.К. и Ю.Н. Рерихов в Центральной Азии [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://forum.roerich.info/showthread.php?t=15632>.
13. Центрально-Азиатская экспедиция [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://peacemaking.ru/roerich/expedition/>.
14. Ковалев А.А. Чемурчекский культурный феномен: его происхождение и роль в формировании культур эпохи ранней бронзы Алтая и Центральной Азии / А.А. Ковалев. — БЭИП «Суюн»; Том 3, декабрь 2016, №12 [1,2]. 944 с.

## VI. ВУЗЫ БОЛЬШОГО АЛТАЯ: ОПЫТ СОТРУДНИЧЕСТВА

*Для цитирования:* Темиржанова Л.А., Жадауова Ж.А., Якушева Т.В. Темиржанова Л.А., Жадауова Ж.А., Якушева Т.В. О международном научном сотрудничестве профессорско-преподавательского состава юридического факультета Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева // [Электронный ресурс]

URL: [http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/6\\_1.pdf](http://rectors.altstu.ru/ru/periodical/archiv/2021/1/articles/6_1.pdf)

DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2021.01.036

УДК 001.38+001.892+001.92+304.444+379.851

34:37:378:378.1

### О МЕЖДУНАРОДНОМ НАУЧНОМ СОТРУДНИЧЕСТВЕ ПРОФЕССОРСКО-ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОГО СОСТАВА ЮРИДИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА ЕВРАЗИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. Л.Н. ГУМИЛЕВА

*Л.А. Темиржанова<sup>1</sup>, Ж.А. Жадауова<sup>1</sup>, Т.В. Якушева<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Нур-Султан, Республика Казахстан

<sup>2</sup> Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Российская Федерация

E-mail: lyazzat\_1805@mail.ru, zhanara76@mail.ru

#### **Введение**

Кафедры любого из ВУЗов в мировом пространстве в лице профессорско-преподавательского состава (ППС) проводят на постоянной основе большую работу, включая научное сотрудничество с зарубежными коллегами, поскольку это всегда положительно влияет на формирование и поддержание тенденций в сфере образования, обмен передовыми знаниями, результатами новых исследований, на возможности повышения квалификации (стажировки) и т.д.

Реализуя положительный опыт работы, кафедра «Теории и истории государства и права, конституционного права» (ТиИГиП, КП) юридического факультета Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева (ЕНУ) устанавливает научные контакты с кафедрами ВУЗов ближнего и дальнего зарубежья (Варшавский университет, Брочлавский университет, Вильнюсский университет (Литва), Кыргызская государственная юридическая академия при Правительстве Кыргызской Республики, МГУ им. М.В. Ломоносова, Тюменский государственный университет, Московский государственный институт международных отношений, Российский университет дружбы народов, Санкт-Петербургский государственный университет, Алтайский государственный университет и др.) в целях проведения совместных научных исследований, организации международных конференций, прохождения стажировок (повышения квалификации), участия в работе редакционных коллегий зарубежных научных изданий и

диссертационных советов по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора философии (PhD).

Кафедра подписала более 10 договоров и меморандумов, среди них: договоры с Варшавским университетом, Вроцлавским университетом, МГУ им. М.В. Ломоносова, Тюменским государственным университетом и др.

Международная направленность деятельности кафедры проявляется через: внедрение совместных образовательных программ с зарубежными университетами; приглашение зарубежных ученых; проведение учебных занятий преподавателями кафедр в зарубежных университетах; курсы повышения квалификации ППС в зарубежных университетах; участие в современных научных и образовательных проектах; публикацию научных статей ППС кафедры и обучающихся в международных рейтинговых журналах; участие с докладами на международных конференциях, семинарах; реализацию программ по академической мобильности обучающихся; научную стажировку магистрантов в зарубежных университетах.

Кафедра активно сотрудничает с международными организациями и вузами стран СНГ. Имеется перспективный план развития международного сотрудничества на период 2017-2021 гг., согласно которому предусмотрено расширение сотрудничества с ведущими зарубежными учеными, консультантами, в том числе по программе докторантуры Ph.D. Установлены научные контакты с кафедрами ВУЗов ближнего и дальнего зарубежья в целях проведения совместных научных исследований, организации международных конференций, прохождения стажировок, участия в работе редакционных коллегий зарубежных научных изданий и диссертационных советов по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора философии (PhD).

В рамках международного сотрудничества преподаватели кафедры принимают активное участие в международных научно-практических конференциях и стажировках, проводимых в Республике Казахстан (РК) и в странах ближнего и дальнего зарубежья. Преподаватели кафедры прошли научные стажировки в Австрии, Бельгии, Испании, Польши, Финляндии, Германии, Турции, США, Литве, Китае, России.

Кафедра «ТиИГиП, КП» Юридического факультета одной из первых в стране приступила к реализации двухдипломного магистерского образования по ОП\* 6М030100 — «Юриспруденция», по завершении которого выпускник получает дипломы ЕНУ и вуза партнера.

Кафедрой «ТиИГиП, КП» в 2017 году в учебный процесс внедрена СОП\*\* по программе двойного диплома по подготовке магистров по специализации «Защита прав человека и бизнеса». Программа разработана совместно с кафедрой теории государства и права, международного права Тюменского государственного университета.

---

\* образовательная программа

\*\* совместная образовательная программа

## География и рейтинги

23 мая 2021 года ЕНУ (г. Нур-Султан, Республика Казахстан) отметил свое 25-летие. ЕНУ занимает вторую позицию в национальном рейтинге вузов Казахстана. Международная рейтинговая компания «Times Higher Education» 9 марта 2021 года опубликовала очередные результаты деятельности вузов стран с развивающейся экономикой «Times Higher Education Emerging Economies University Ranking», где ЕНУ вошел в топ 351-400, что подтверждает его престиж и востребованность уже в мировых масштабах среди высших учебных заведений. ЕНУ активно сотрудничает с зарубежными партнерами, более 260 университетами стран мира.

Алтайский государственный университет (АлтГУ) (г. Барнаул, Российская Федерация) включен в топ-100 молодых вузов мира всемирно признанного глобального рейтинга QS, 95-е место в мире и 3-е в России в рейтинге Times Higher Education University Impact Rankings. АлтГУ также активно взаимодействует с зарубежными вузами для развития международной научно-образовательной деятельности.

## Опыт сотрудничества

В рамках установления зарубежного сотрудничества и научного контакта канд. юрид. наук, доцентом кафедры «Уголовного процесса и криминалистики» Юридического института АлтГУ Тамарой Васильевной Якушевой и канд. юрид. наук, доцентом кафедры «ТиИГиП, КП» юридического факультета ЕНУ Жанарой Абдильдаевной Жадауовой подготовлены совместные научные публикации: «Процессуальный статус государственного обвинителя» [1] и «Международно-правовые акты о защите прав несовершеннолетних в уголовном судопроизводстве» [2].

В рамках международного сотрудничества преподаватели кафедры «ТиИГиП, КП» юридического факультета ЕНУ принимают активное участие в международных научно-практических конференциях и стажировках, проводимых в РК и в странах ближнего и дальнего зарубежья.

17 сентября 2020 года ЕНУ проведена on-line Международная научно-практическая конференция «Дистанционное образование: новые вызовы глобального масштаба», юридическим факультетом проведен on-line семинар на тему «Право в условиях цифровой реальности», на котором с докладом выступила канд. юрид. наук, доцент кафедры «ТиИГиП, КП» Темиржанова Ляззат Ахметжановна [3]. Подготовлен сборник материалов конференции в 3-х частях [4-6].

В мероприятии приняли участие: заведующий кафедрой «Теории и истории государства и права, международного права» Юридического института Тюменского государственного университета, д-р юрид. наук, профессор О.Ю. Винниченко; директор Юридического института АлтГУ д-р юрид. наук, профессор А.А. Васильев, доцент кафедры «Теории и истории государства и права» Национального университета им. Баласагына, канд. юрид. наук, доцент

Б.К. Оторова, ученые Карагандинского университета им. академика Е.А. Букетова, Кокшетауского государственного университета (КГУ) им. Шокана Уалиханова, Университета «Туран», профессорско-преподавательский состав, студенты юридического факультета, магистранты, докторанты из Казахстана, России, Монголии, Турции, Кыргызстана, Узбекистана, США, Индии, Бельгии, Испании, Великобритании, а также представители организаций–партнеров Cisco, Microsoft.

Участники научного форума отметили важность и своевременность проведения данного мероприятия, поскольку на обсуждение были вынесены вопросы, касающиеся не только использования дистанционных образовательных технологий, но и развития цифровой экономики в целом, проблемы информационной безопасности в период пандемии коронавируса.

На международном научно-практическом on-line круглом столе «Государство и право в условиях глобальных ограничений», организованного Институтом государства и права Тюменского государственного университета в рамках IV Сибирских правовых чтений 30 октября 2020 года, Л.А. Темиржанова выступила с докладом на тему: «Кибербезопасность в Республике Казахстан: проблемы, рекомендации по противодействию киберхищениям», в котором поделилась также результатами проводимого под ее руководством научного исследования. Материалы проведенного мероприятия опубликованы в сборнике IV Сибирских правовых чтений [7].

В рамках юбилейных мероприятий, посвященных 30-летию независимости Казахстана, декады науки кафедрой «ТиИГиП, КП» проводятся различные мероприятия. Так, 12 апреля 2021 года в дистанционном формате кафедрой проведена работа секции «Проблемы и перспективы развития правового государства в Республике Казахстан в условиях модернизации общественного сознания» XVI Международной научной конференции «GYLYM JÁNE BILIM–2021», посвященной 25-летию ЕНУ.

Кроме того, кафедра приглашает и практиков-правоведов для проведения on-line «гостевых» лекций по разъяснению правовых реформ, изменений в законодательстве.

## **Выводы**

Проводимая работа профессорско-преподавательского состава, направленная на укрепление зарубежных научных связей, расширение научного сотрудничества, организации международных научно-практических семинаров на актуальные правовые темы, нацеленные на выработку эффективных рекомендаций с учетом международного опыта правоприменения, безусловно, повышает престиж, соответствует имиджевой политике высшего учебного заведения и является обязательным компонентом образовательного процесса.

## Список литературы

1. Материалы международной научно-практической конференции «Современное гуманитарное научное знание: мультидисциплинарный подход-2020», 11 ноября 2020 года / под общей ред. И.В. Рогозиной. Барнаул: АлтГУ, 2020.
2. Материалы международной конференции «Ломоносовские чтения на Алтае»: фундаментальные проблемы науки и техники. Международная конференция. АлтГУ. Барнаул, 2018.
3. На юридическом факультете прошел онлайн-семинар «Право в условиях цифровой реальности» // <https://jur.enu.kz/post/na-yuridicheskom-fakul-tete-proshel-onlajn-seminar-pravo-v-usloviyah-cifrovoj-real-nosti->
4. Материалы конференции «Дистанционное образование: новые вызовы глобального масштаба» в 3-х частях. Часть 1 (2020) / <http://repository.enu.kz/handle/data/16524>
5. Материалы конференции «Дистанционное образование: новые вызовы глобального масштаба» в 3-х частях. Часть 2 (2020) / <http://repository.enu.kz/handle/data/16729>
6. Материалы конференции «Дистанционное образование: новые вызовы глобального масштаба» в 3-х частях. Часть 3 (2020) / <http://repository.enu.kz/handle/data/18792>
7. IV Сибирские правовые чтения — Международная научно-практическая конференция «Государство и право в условиях глобальных ограничений» / <https://siberiaforum.utmn.ru/about-conference/>