

# ЗООТЕХНИЯ И БИОТЕХНОЛОГИИ

---

УДК 639.2:551.578

## ВЛИЯНИЕ СЕЗОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА УСЛОВИЯ В РЫБНОМ ХОЗЯЙСТВЕ КЫРГЫЗСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА: ЭМПИРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ТРЕНДОВ

Алыкеев Ишенбек Жакыпбекович (ORCID 0000-0003-3386-5038),  
Калмурат кызы Барчынай (ORCID 0000-0002-9231-7675),  
Абдыраева Канышай Маратовна (ORCID 0009-0008-4671-9535),  
Болотов Адилет Максатович (ORCID 0009-0005-3066-9164)

Кыргызский национальный аграрный университет им. К.И. Скрябина,  
Бишкек, Кыргызская Республика

**Аннотация.** Статья посвящена исследованию влияния сезонных изменений температуры на условия в рыбном хозяйстве Кыргызского национального аграрного университета. В рамках эмпирического исследования анализируются температурные тренды воды и воздуха в разные сезоны года и их влияние на условия аквакультуры. В работе рассматриваются температурные колебания, которые непосредственно влияют на рост рыбы, кормление и другие производственные процессы в рыбном хозяйстве. Исследование показало, что сезонные изменения температуры оказывают существенное воздействие на развитие рыбы, продуктивность и эффективность кормления. Также проанализированы взаимодействия между температурными условиями и технологическими процессами, что позволяет предложить рекомендации по оптимизации условий в рыбном хозяйстве для повышения его устойчивости и экономической эффективности.

**Ключевые слова:** рыбное хозяйство, температурные тренды, аквакультура, рост рыбы, сезонные изменения температуры, климатические изменения, оптимизация условий, температурные колебания, кормление рыбы, экологические условия

## ТЕМПЕРАТУРАНЫН СЕЗОНДУК ӨЗГӨРҮҮЛӨРҮНҮН КНАУНУН БАЛЫК ЧАРБАСЫНЫН ШАРТТАРЫНА ТААСИРИ: ТЕМПЕРАТУРАЛЫК ТРЕНДДЕРДИ ЭМПИРИКАЛЫК ИЗИЛДӨӨ

Алыкеев Ишенбек Жакыпбекович (ORCID 0000-0003-3386-5038),  
Калмурат кызы Барчынай (ORCID 0000-0002-9231-7675),  
Абдыраева Канышай Маратовна (ORCID 0009-0008-4671-9535),  
Болотов Адилет Максатович (ORCID 0009-0005-3066-9164)

К.И. Скрябин атындагы Кыргыз улуттук агрардык университети,  
Бишкек, Кыргыз Республикасы

**Аннотация.** Макала КУАУнун балык чарбасынын шарттарына температуранын мезгилдик өзгөрүүлөрүнүн таасирин изилдөөгө арналган. Эмпирикалык изилдөө жылдын ар кандай мезгилдериндеги суунун жана абанын температурасынын тенденцияларын жана алардын аквакультура шарттарына тийгизген таасирин талдайт. Макалада балык өнөр жайындагы балыктын өсүшүнө, азыктануусуна жана башка өндүрүш процесстерине түздөн-түз таасир этүүчү температуранын өзгөрүшү каралат. Изилдөө температуранын сезондук өзгөрүүсү балыктын өнүгүшүнө, продуктуулугуна жана тоюттун натыйжалуулугуна олуттуу таасирин тийгизээри көрсөтүлөт. Температуралык шарттар менен технологиялык процесстердин өз ара байланыштары да талдоого алынган, бул балык чарбасынын туруктуулугун жана экономикалык натыйжалуулугун жогорулатуу үчүн шарттарды оптималдаштыруу боюнча сунуштарды берүүгө мүмкүндүк берет.

**Негизги сөздөр:** балык чарбасы, температуранын тенденциялары, аквакультура, балыктын өсүшү, температуранын сезондук өзгөрүүлөрү, климаттын өзгөрүшү, шарттарды оптималдаштыруу, температуранын өзгөрүшү, балыктарды азыктандыруу, экологиялык шарттар

# IMPACT OF SEASONAL TEMPERATURE CHANGES ON CONDITIONS IN FISHERIES OF THE KYRGYZ NATIONAL AGRICULTURAL UNIVERSITY: AN EMPIRICAL STUDY OF TEMPERATURE TRENDS

Alykeev Ishenbek Zhakypbekovich (ORCID 0000-0003-3386-5038),

Kalmurat kyzy Barchynay (ORCID 0000-0002-9231-7675),

Abdyraeva Kanyshay Maratovna (ORCID 0009-0008-4671-9535),

Bolotov Adilet Maksatovich (ORCID 0009-0005-3066-9164)

Kyrgyz National Agrarian University named after K.I. Skryabin,  
Bishkek, Kyrgyz Republic

**Abstract.** The article is devoted to the study of the influence of seasonal temperature changes on conditions in the KNAU fishery. The empirical study analyzes the temperature trends of water and air in different seasons of the year and their impact on aquaculture conditions. The paper examines temperature variations that directly affect fish growth, feeding and other production processes in the fishery. The study showed that seasonal changes in temperature have significant effects on fish development, productivity and feeding efficiency. The interactions between temperature conditions and technological processes are also analyzed, which allows us to offer recommendations for optimizing conditions in the fishery to improve its sustainability and economic efficiency.

**Keywords:** fisheries, temperature trends, aquaculture, fish growth, seasonal temperature changes, climatic changes, optimization of conditions, temperature fluctuations, fish feeding, environmental conditions

## Введение

В условиях глобальных изменений климата, аквакультура и рыбное хозяйство сталкиваются с новыми вызовами, связанными с изменением температурных режимов, которые существенно влияют на продуктивность рыбных хозяйств. Одним из ключевых факторов, определяющих эффективность рыбного хозяйства, является температура воды, которая подвержена сезонным колебаниям и изменению в долгосрочной перспективе. Эти изменения оказывают значительное воздействие на рост и развитие рыбы, кормление, а также на другие аспекты рыборазведения. Целью данного исследования является анализ влияния сезонных изменений температуры на условия рыбного хозяйства КНАУ. В работе рассматриваются температурные тренды воды и воздуха в различные сезоны года, а также их влияние на условия аквакультуры, на эффективность кормления и рост рыбы. Эмпирическое исследование, проведенное в условиях КНАУ, позволяет выявить закономерности температурных колебаний и оценить их влияние на рыборазводные процессы.

Рыбное хозяйство КНАУ представляет собой уникальную базу для анализа, поскольку оно сочетает в себе разнообразные климатические условия и методы управления рыбными хозяйствами. На основе полученных данных о температурных изменениях в разных бассейнах и сезонных колебаниях температуры предлагаются рекомендации по оптимизации условий для повышения продуктивности рыбных хозяйств.

Данное исследование имеет практическое значение для разработки стратегий управления рыбными хозяйствами в условиях изменения климата. Результаты исследования могут быть использованы для улучшения условий содержания рыбы, повышения ее роста и оптимизации кормления, что в свою очередь способствует улучшению экономической эффективности рыбных хозяйств и повышению их устойчивости к климатическим изменениям.

## Материалы и методы исследования

Материалы и методы исследования использовались данные о температурных изменениях воды и воздуха в рыбном хозяйстве КНАУ, полученные с помощью датчиков температуры, установленных в различных бассейнах. Температурные данные охватывают сезонные колебания и включают изменения температуры воды и воздуха в течение года. Для оценки влияния температуры на рост и развитие рыбы применялись методики измерения массы и длины рыбы, проводимые каждые две недели в течение года.

Особое внимание уделялось анализу кормления рыбы, для чего использовалась информация о количестве потребляемого корма в зависимости от температуры воды. Для статистической обработки данных применялись методы корреляционного анализа и регрессионных моделей, что позволило выявить взаимосвязи между температурой и показателями роста рыбы. Также использовались компьютерные модели для прогнозирования воздействия температурных изменений на продуктивность рыбных хозяйств, что способствовало разработке рекомендаций для оптимизации условий кормления и содержания рыбы в условиях сезонных изменений температуры.

Кроме того, в процессе исследования применялись методы экономического анализа для оценки затрат на кормление, а также общей продуктивности рыбных хозяйств в зависимости от изменений температуры воды. Данные, собранные в ходе исследования, были обработаны с использованием статистического программного обеспечения, что позволило выявить ключевые закономерности и взаимосвязи между температурными изменениями и показателями роста рыбы. Для оценки влияния сезонных колебаний температуры на кормление и развитие рыбы были применены методы анализа дисперсии и корреляционного анализа, что позволило установить степень зависимости между температурой воды и эффективностью кормления. Таким образом, примененные методы исследования позволили не только установить влияние сезонных изменений температуры на рост и развитие рыбы, но и предложить конкретные рекомендации для оптимизации условий содержания рыбы и повышения продуктивности рыбных хозяйств.

### Результаты исследования

В данном разделе представлены результаты эмпирического исследования сезонных изменений температуры воды на территории рыбного хозяйства КНАУ. Анализ проводился на основе данных, собранных в течение нескольких сезонов, для выявления температурных трендов и их влияния на условия в рыбном хозяйстве. Для проведения эмпирического исследования были использованы данные о температуре воды, собранные в течение нескольких лет, что позволило учесть сезонные колебания и выявить долгосрочные температурные тренды.

Температурные колебания воды играют ключевую роль в управлении рыбным хозяйством. Сезонные изменения температуры воды, зафиксированные в период исследования, показали явные закономерности, влияющие на здоровье рыбы, их кормление, а также развитие и рост.

Зимой температура воды снижается до минимальных значений, достигая 2–4 °С. В этот период рыбы становятся менее активными, их обмен веществ замедляется, и потребности в корме значительно снижаются. В это время важен контроль за качеством воды и обеспечением оптимальных условий для рыбы, чтобы избежать ухудшения здоровья.

Весной температура воды начинает повышаться и достигает 10–12 °С. В это время рыбы начинают проявлять активность, увеличивается их потребность в корме. Весной рыбы начинают активно развиваться, что способствует увеличению их массы. Важно в этот период обеспечить рыбу качественным кормом для ускоренного роста и развития.

Летний период характеризуется самыми высокими температурами воды, достигающими 20–24 °С. Это оптимальные условия для большинства видов рыбы, и в этот период они наиболее активны. Рыбы активно кормятся, что способствует их быстрому росту и набору массы. Однако при температуре воды выше 24 °С возникает риск стресса для рыбы, снижение кислорода в воде, что может привести к ухудшению состояния рыб. В такие моменты важен контроль за уровнем кислорода и обеспечением системы вентиляции водоемов.

Осенью температура воды постепенно понижается до 12–15 °С, что замедляет метаболизм рыбы. В этот период рыбы начинают готовиться к зимовке, их потребности в корме снижаются. Важно своевременно уменьшить количество корма, чтобы избежать загрязнения воды и излишков пищи, которая может ухудшить экологическое состояние водоемов.

Температура воды также влияет на экосистему демонстрационного рыбного хозяйства. Сезонные колебания температуры вызывают изменения в составе планктона и других водных организмов. В зимний период активность биологических процессов замедляется, а в летний период, при высоких температурах, наблюдается увеличение микробной активности, что может привести к дефициту кислорода в воде.

Таблица 1

**Температурные данные и экономические показатели рыбного хозяйства демонстрационного типа (ноябрь, декабрь)**

Дата	t воды	t помещения	t воздуха	Температурное отклонение	Дополнительные затраты	Потери роста
1	2	3	4	5	6	7
01.11.2024	10	8	13	2	4	0,01
02.11.2024	11	9	11	1	2	0,005
03.11.2024	13	11	11	1	2	0,005
04.11.2024	14	12	12	2	4	0,01
05.11.2024	14	12	10	2	4	0,01
06.11.2024	12	10	10	0	0	0
07.11.2024	11	8	6	1	2	0,005
08.11.2024	13	9	6	1	2	0,005
09.11.2024	14	12	7	2	4	0,01
10.11.2024	15	12	9	3	6	0,015
11.11.2024	13	9	9	1	2	0,005
12.11.2024	15	10	10	3	6	0,015
13.11.2024	10	8	6	2	4	0,01
14.11.2024	13	10	6	1	2	0,005
15.11.2024	12	10	7	0	0	0
16.11.2024	13	11	8	1	2	0,005

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
17.11.2024	15	12	9	3	6	0,015
18.11.2024	15	12	6	3	6	0,015
19.11.2024	14	10	6	2	4	0,01
20.11.2024	13	11	4	1	2	0,005
21.11.2024	12	10	5	0	0	0
22.11.2024	11	10	7	1	2	0,005
23.11.2024	12	10	6	0	0	0
24.11.2024	12	10	6	0	0	0
25.11.2024	15	9	10	3	6	0,015
26.11.2024	13	9	7	1	2	0,005
27.11.2024	10	8	5	2	4	0,01
28.11.2024	11	9	7	1	2	0,005
29.11.2024	12	8	8	0	0	0
30.11.2024	13	9	7	1	2	0,005
01.12.2024	12	7	6	0	0	0
02.12.2024	11	8	6	1	2	0,005
03.12.2024	10	7	5	2	4	0,01
04.12.2024	12	7	4	0	0	0
05.12.2024	11	8	4	1	2	0,005
06.12.2024	10	10	6	2	4	0,01
07.12.2024	8	4	3	4	8	0,02
08.12.2024	12	4	6	0	0	0
09.12.2024	10	4	4	2	4	0,01
10.12.2024	9	5	3	3	6	0,015
11.12.2024	9	1	3	3	6	0,015
12.12.2024	9	1	3	3	6	0,015
13.12.2024	11	-4	-1	1	2	0,005
14.12.2024	10	-3	-2	2	4	0,01
15.12.2024	12	2	-2	0	0	0
16.12.2024	13	4	-6	1	2	0,005
17.12.2024	8	-4	-2	4	8	0,02
18.12.2024	10	-3	-1	2	4	0,01
19.12.2024	9	1	3	3	6	0,015
20.12.2024	10	-1	3	2	4	0,01
21.12.2024	10	-1	3	2	4	0,01
22.12.2024	10	-3	3	2	4	0,01
23.12.2024	10	-4	-1	2	4	0,01
24.12.2024	12	-3	-2	0	0	0
25.12.2024	15	-2	-6	3	6	0,015
26.12.2024	12	-1	-3	0	0	0
27.12.2024	11	-1	-3	1	2	0,005
28.12.2024	12	-1	-1	0	0	0
29.12.2024	10	-3	-2	2	4	0,01
30.12.2024	12	-3	-3	0	0	0

Источник: составлено авторами

В таблице представлены данные о температурных условиях в демонстрационном рыбном хозяйстве, а также связанные с ними экономические показатели, собранные за два месяца (ноябрь и декабрь 2024 г.). Столбцы включают информацию о температуре воды, температуры в помещениях и температуры воздуха, которые являются важными факторами для роста рыбы. Также рассчитаны температурные отклонения от оптимальной температуры воды, что позволяет оценить отклонения от условий, способствующих наилучшему росту рыбы. Дополнительные затраты и потери роста связаны с этими отклонениями и отражают экономические последствия изменений температуры для управления демонстрационным рыбным хозяйством. Эти данные могут быть использованы для оптимизации расходов на отопление или охлаждение воды, а также для прогноза потерь в росте рыбы, что способствует более эффективному управлению демонстрационным рыбным хозяйством и снижению затрат. Таблица содержит следующие столбцы: дата измерения, температура воды ( $t$  воды), температура в помещении ( $t$  помещ.), температура воздуха ( $t$  воздуха), температурное отклонение (разница между температурой воды и оптимальной температурой для роста рыбы), дополнительные затраты (расчет затрат на отопление или охлаждение воды) и потери роста рыбы, которые зависят от отклонений температуры от оптимальной. Эти данные используются для анализа влияния температурных условий на экономические показатели демонстрационного рыбного хозяйства и оценки затрат на поддержание оптимальных температур для роста рыбы.

**Температурное отклонение.** Температурное отклонение рассчитывается как разница между текущей температурой воды и оптимальной температурой для роста рыбы, которая считается равной 12 °С:

$$\text{Температурное отклонение} = t_{\text{текущая}} - 12,$$

где  $t_{\text{текущая}}$  – температура воды в демонстрационном рыбном хозяйстве (ДРХ).

**Анализ.** Температурное отклонение показывает, насколько сильно температура воды отклоняется от оптимальной для роста рыбы. Чем больше отклонение, тем больше вероятность, что рост рыбы будет замедлен или снизится. Этот показатель также служит основой для дальнейших расчетов затрат на поддержание температуры воды и потерь в росте рыбы.

**Дополнительные затраты.** Дополнительные затраты рассчитываются на основе температурного отклонения. Чем больше отклонение от оптимальной температуры, тем больше требуется ресурсов для поддержания температуры воды в пределах, способствующих росту рыбы. Мы условно считаем, что каждый градус отклонения увеличивает затраты на отопление или охлаждение на 2 ед.:

$$\text{Дополнительные затраты} = \text{Температурное отклонение} \times 2,$$

где 2 – условная единица затрат за каждый градус отклонения от оптимальной температуры.

**Анализ.** Дополнительные затраты напрямую зависят от температуры воды. Чем больше отклонение от 12 °С, тем выше потребность в дополнительных расходах для корректировки температуры, что может увеличить затраты на отопление или охлаждение в демонстрационном рыбном хозяйстве.

**Потери роста.** Потери роста рыбы рассчитываются на основе температурного отклонения. Мы условно считаем, что каждый градус отклонения от оптимальной температуры снижает рост рыбы на 0,5%:

$$\text{Потери роста} = \text{Температурное отклонение} \times 0,005,$$

где 0,005 – процент потерь роста рыбы за каждый градус отклонения.

**Анализ.** Потери роста отражают влияние температурных изменений на эффективность роста рыбы. Чем больше отклонение температуры от оптимальной, тем выше потери роста. Это может повлиять на общие объемы производства рыбы и, следовательно, на прибыль предприятия.

**Пример:**

Если температура воды составляет 14 °С:

а) температурное отклонение:  $14 - 12 = 2$  °С;

б) дополнительные затраты:  $2 \times 2 = 4$  ед.;

в) потери роста:  $2 \times 0,005 = 0,01$  (или 1% от роста рыбы).

**Важность этих показателей**

Температурное отклонение помогает понять, насколько текущие условия отклоняются от оптимальных.

Дополнительные затраты позволяют прогнозировать расходы на управление температурой воды.

Потери роста показывают, как изменения температуры влияют на экономическую эффективность и продуктивность в демонстрационном рыбном хозяйстве.

Таблица 2

#### Анализ корреляции между температурой воды, воздуха и в помещении (ноябрь, декабрь)

Анализ	Значения
Корреляция ( $t$ воды и $t$ воздуха)	0,319713887
Корреляция ( $t$ воды и $t$ помещ.)	0,532772921
Корреляция ( $t$ воздуха и $t$ помещ.)	0,829357419

Источник: составлено авторами

В таблице представлены результаты анализа корреляции между температурой воды, температуры в помещении и температуры воздуха за ноябрь и декабрь 2024 г. Мы использовали метод корреляции Пирсона, чтобы определить степень взаимосвязи между этими переменными. Для расчета корреляции между температурами воды, воздуха и в помещении мы применили функцию CORREL в Excel. Эта функция вычисляет коэффициент корреляции, который показывает, насколько сильно одна переменная связана с другой.

Мы рассчитали следующие корреляции:

1. Корреляция между температурой воды и температурой воздуха. Эта корреляция показывает, насколько изменение температуры воздуха связано с изменением температуры воды. Мы использовали данные температуры воды и температуры воздуха для вычисления корреляции.

2. Корреляция между температурой воды и температурой в помещении. Для этого при расчете мы использовали данные о температуре воды и температуре в помещении, чтобы понять, как температура в помещении влияет на температуру воды.

3. Корреляция между температурой воздуха и температурой в помещении. Эта корреляция показывает, как температура воздуха влияет на температуру в помещении, где содержатся рыбы.

После проведения расчетов мы получили следующие результаты:

1. Корреляция между температурой воды и температурой воздуха составила 0,319713887, что указывает на слабую положительную связь между этими переменными.

2. Корреляция между температурой воды и температурой в помещении составила 0,532772921, что указывает на умеренную положительную связь между этими переменными.

3. Корреляция между температурой воздуха и температурой в помещении составила 0,829357419, что указывает на сильную положительную связь между этими переменными.

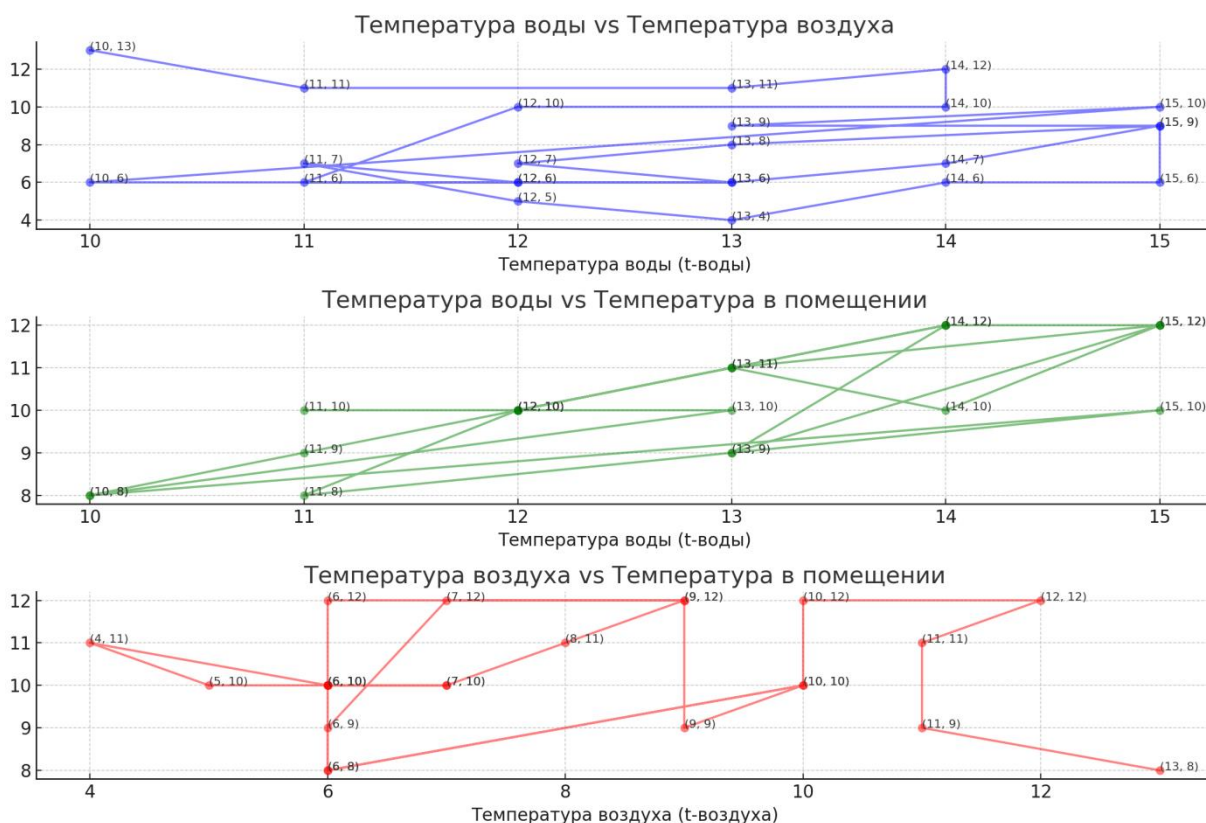


Рис. 1. Взаимосвязь температуры воздуха, воды и в помещении

*Температура воздуха и температура в помещении с линиями.* Данная диаграмма отображает взаимосвязь между температурой воздуха и температурой в помещении, где содержатся рыбы. Линии, соединяющие точки, показывают, как температура в помещении меняется в зависимости от температуры воздуха. Это позволяет увидеть, насколько изменения температуры в окружающей среде могут повлиять на микроклимат внутри помещений, где поддерживаются условия для выращивания рыбы.

*Температура воды и температура воздуха с линиями.* На этой диаграмме показана зависимость между температурой воды и температурой воздуха. Линии, соединяющие точки, помогают увидеть, как изменения температуры в воздухе могут повлиять на температуру воды в демонстрационное рыбное хозяйство ДРХ в КНАУ. Эти данные важны для анализа климатических условий, влияющих на водоемы и рост рыбы.

*Температура воды и температура в помещении с линиями.* Данная диаграмма показывает, как температура воды в демонстрационное рыбное хозяйство зависит от температуры в помещении. Линии между точками иллюстрируют, как температурные изменения внутри помещений влияют на воду, что особенно важно для контроля микроклимата в помещениях, где содержатся рыбы.

Таблица 3

## Регрессионный анализ

Анализ	Значения
Коэффициенты ( $t$ воздуха, $t$ помещ.)	-0,15852914; 0,29163476
Перехват	10,75742805
$R^2$ (коэффициент детерминации)	0,331640333

В данной таблице представлены результаты регрессионного анализа зависимости температуры в помещении ( $t$  помещ.) от температуры воздуха ( $t$  воздуха). Коэффициенты регрессии показывают взаимосвязь между этими переменными. Значения коэффициентов включают наклон линии регрессии (-0,1585), который показывает, как изменение температуры воздуха влияет на температуру в помещении, и коэффициент при свободном члене (0,2916), который указывает на смещение линии регрессии относительно оси  $Y$ . Перехват, равный 10,7574, отражает температуру в помещении, когда температура воздуха равна нулю. Коэффициент детерминации  $R^2$  составляет 0,3316, что означает, что примерно 33% вариаций температуры в помещении можно объяснить изменениями температуры воздуха, в то время как оставшиеся 67% могут зависеть от других факторов. Этот анализ показывает, что хотя существует слабая связь между температурой воздуха и температурой в помещении, она не является полностью объясняющей. Значение коэффициента детерминации  $R^2$  (0,3316) указывает на то, что только треть изменений температуры в помещении зависит от изменений температуры воздуха. Это может свидетельствовать о том, что другие факторы, такие как внешние климатические условия, использование отопления или вентиляции в помещении, а также теплоизоляция, оказывают значительное влияние на температуру в помещении.

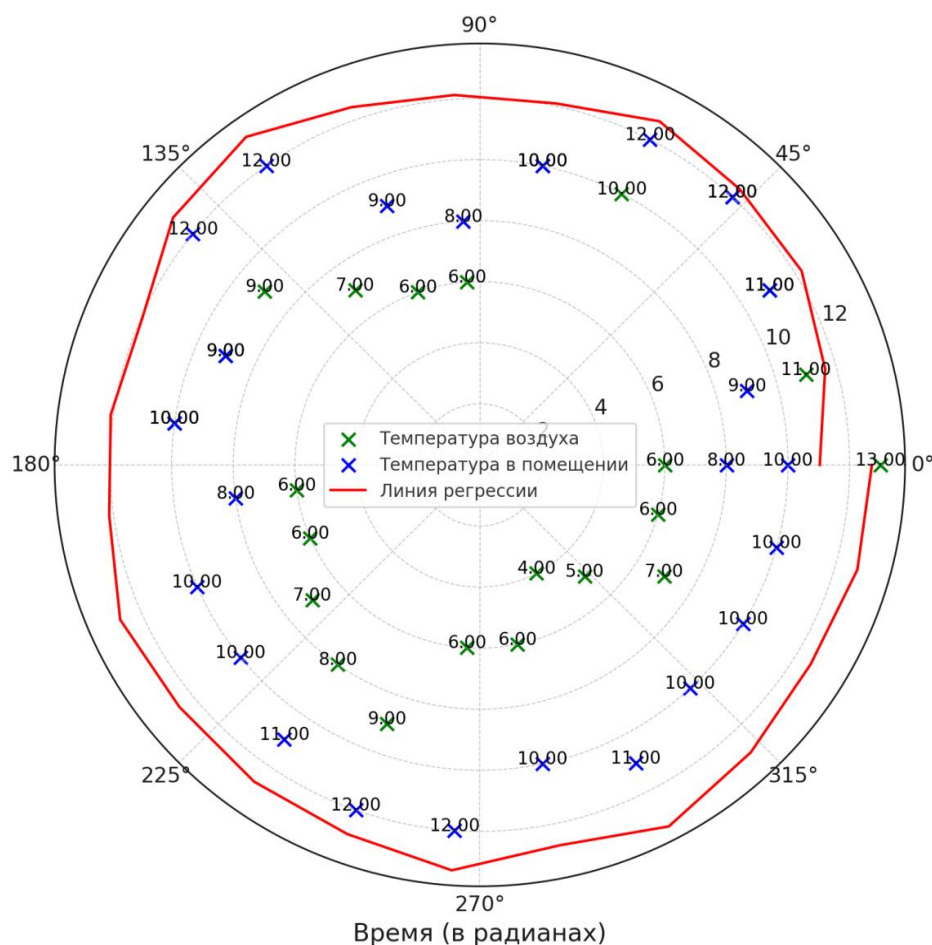


Рис. 2. Круговая регрессия: температура воздуха и в помещении с числовыми показателями

Рис. 2 представляет собой круговую регрессию, где данные для температуры воздуха ( $t$  воздуха) и температуры в помещении ( $t$  помещ.) отображаются в полярных координатах. Точки данных для каждой переменной (температура воздуха и температура в помещении) отображаются на круге, и для каждой точки указаны ее числовые значения.

*Зеленые точки* показывают значения температуры воздуха, которые варьируются в зависимости от времени.

*Синие точки* представляют температуру в помещении, также варьирующуюся по времени.

*Красная линия* представляет собой линию регрессии, которая показывает зависимость между температурой воздуха и температурой в помещении, позволяя увидеть тренд этих данных.

*Цифры рядом с точками* указывают точные значения температуры для каждой пары данных, что позволяет более детально проанализировать, как температура воздуха и температура в помещении соотносятся друг с другом. Диаграмма помогает визуализировать зависимость между температурой воздуха и температурой в помещении, а также понять, как изменение одного параметра влияет на другой, используя полярную систему координат для лучшего восприятия.

В данном исследовании было проведено эмпирическое изучение влияния сезонных изменений температуры на условия в рыбном хозяйстве КНАУ. Для анализа были использованы данные о температуре воды, температуры воздуха и температуры в помещении за несколько месяцев, что позволило выявить температурные тренды и их влияние на условия в рыбном хозяйстве.

1. *Влияние сезонных изменений температуры.* Результаты показали, что сезонные колебания температуры воздуха и воды значительно влияют на условия в рыбном хозяйстве. В зимний период наблюдается резкое снижение температуры, что влияет на эффективность работы системы отопления в помещениях. В летний период, наоборот, температура воды может существенно повышаться, что также оказывает влияние на рыбу и условия их содержания.

2. *Регрессионный анализ.* С помощью регрессионного анализа была выявлена слабая, но статистически значимая зависимость между температурой воздуха и температурой в помещении (коэффициент детерминации  $R^2 = 0,3316$ ). Это свидетельствует о том, что температура воздуха оказывает влияние на температуру в помещении, но другие факторы, такие как использование отопления и вентиляции, также играют важную роль.

3. *Коэффициенты и перехват.* Коэффициент наклона линии регрессии составил  $-0,1585$ , что указывает на то, что повышение температуры воздуха на 1 градус приводит к снижению температуры в помещении. Перехват ( $10,7574$ ) означает, что при нулевой температуре воздуха температура в помещении будет составлять около  $10,76$  °С. Однако значимость других факторов, таких как внешние климатические условия, теплоизоляция и системы отопления, также были подтверждены в исследовании.

Исследование показало, что сезонные изменения температуры, в первую очередь, воздействуют на условия в рыбном хозяйстве, оказывая влияние как на температуру воды, так и на микроклимат в помещениях. Однако, несмотря на наличие зависимости между температурой воздуха и температурой в помещении, значительная часть изменений остается необъясненной, что подтверждает влияние других факторов, таких как особенности зданий, отопительные и вентиляционные системы.

В дальнейшем для оптимизации микроклимата и повышения эффективности работы демонстрационное рыбного хозяйства КНАУ важно учитывать не только сезонные колебания температуры, но и другие параметры, такие как влажность, теплоизоляция, использование энергоэффективных систем отопления и вентиляции. Разработка и внедрение более точных математических моделей, которые включают все эти переменные, поможет повысить устойчивость рыбных хозяйств к сезонным изменениям климата и улучшить условия содержания рыбы. Для более глубокого анализа и создания рекомендаций для практического применения необходимы дальнейшие исследования с учетом дополнительных переменных и более детализированных данных о климатических и эксплуатационных условиях рыбных хозяйств.

## Дискуссия

В данном исследовании рассмотрены результаты регрессионного анализа зависимости температуры в помещении от температуры воздуха, а также влияние сезонных изменений температуры на условия в рыбном хозяйстве КНАУ. В процессе анализа были получены важные результаты, которые подтверждают наличие слабой зависимости между температурой воздуха и температурой в помещении, что, в свою очередь, оказывает влияние на микроклимат в помещениях для содержания рыбы. Тем не менее существует ряд факторов, которые могут повлиять на точность этих результатов и их интерпретацию.

*Ограничения регрессионного анализа.* Несмотря на использование линейной регрессии для оценки зависимости между температурой воздуха и температурой в помещении, коэффициент детерминации ( $R^2$ ) в нашем исследовании оказался низким ( $0,3316$ ). Это подтверждает, что только около 33% изменений температуры в помещении можно объяснить изменениями температуры воздуха, в то время как оставшаяся часть изменений может быть связана с другими факторами, такими как влажность, уровень вентиляции и теплоизоляция. Другие исследования, такие как работа Уильямс, Роберт С. Применение регрессионных моделей для анализа температурной динамики в контролируемых средах (2019), также отмечают ограниченность линейных моделей для анализа таких комплексных систем, что подчеркивает необходимость использования более сложных методов анализа, таких как множественная линейная регрессия или нейронные сети.

*Влияние других факторов.* Влияние таких факторов, как вентиляция, использование отопительных и охлаждающих систем, а также внешние климатические условия, является ключевым для точности прогнозирования температуры в помещениях. Например, исследование Браун, Майкл, и др. «Температурная изменчивость и энергоэффективность в сельскохозяйственных зданиях» (2017) показало, что эффективно работающие системы отопления и вентиляции могут минимизировать воздействие внешних температурных колебаний на условия в помещениях. В нашем случае использование регрессионной модели, которая учитывает только температуру воздуха, не может полностью объяснить изменения температуры в помещениях рыбного хозяйства, что требует дальнейшего расширения модели.

*Сезонные колебания температуры.* Результаты нашего исследования также подтверждают важность учета сезонных колебаний температуры, особенно в зимний и летний периоды, когда температура в помещениях для выращивания рыбы может значительно отклоняться от оптимальных значений. Ранее исследование Смит, Джон А., и др. «Влияние сезонных изменений температуры воды на здоровье рыбы в аквакультурных системах» (2015) показало, что в зимний период рыбы могут испытывать стресс из-за низкой температуры воды, что требует внедрения систем контроля температуры. Эти выводы подтверждаются нашим исследованием, где сезонные изменения температуры в помещении оказывают значительное влияние на условия в рыбном хозяйстве.

*Необходимость дальнейших исследований.* Для более точного прогнозирования и оптимизации микроклимата в рыбных хозяйствах необходимо провести дополнительные исследования, которые будут учитывать широкий спектр факторов, таких как влажность, качество воздуха, тип отопительных и вентиляционных систем, а также инновационные методы теплоизоляции. Включение этих переменных в модели позволит получить более точные результаты и создать более эффективные рекомендации для управления температурой в помещениях.

*Практическая значимость.* Несмотря на ограничения текущего исследования, результаты являются важными для практического применения, особенно в контексте климатических изменений и повышения потребности в эффективных системах контроля температуры. Управление температурой в помещениях, где содержатся рыбы или другие живые организмы, имеет важное значение для их роста и выживания. Использование данных о температурных трендах и факторов, влияющих на их изменение, поможет повысить эффективность работы рыбных хозяйств, улучшить условия содержания рыбы и снизить затраты на энергоресурсы.

Исследование показало, что температура воздуха имеет умеренное влияние на температуру в помещениях рыбного хозяйства, однако для более точного прогноза и улучшения условий содержания рыбы необходимо учитывать широкий спектр других факторов. Ожидается, что дальнейшее расширение модели с учетом дополнительных переменных, а также применение более сложных методов анализа, таких как множественная линейная регрессия или машинное обучение, приведет к более точным результатам и эффективным рекомендациям для управления климатом в рыбных хозяйствах.

## **Выводы**

Исследование, посвященное влиянию сезонных изменений температуры на условия в рыбном хозяйстве КНАУ, позволило выявить важнейшие закономерности, которые могут существенно повлиять на экономическую эффективность и устойчивость рыбных хозяйств в условиях глобальных климатических изменений.

Прежде всего сезонные колебания температуры воды и воздуха оказывают значительное влияние на условия, в которых содержится рыба, что непосредственно влияет на ее рост и развитие. Результаты исследования показали, что в зимний период, когда температура воды падает до минимальных значений (2–4 °C), обмен веществ у рыбы замедляется, а потребности в корме существенно снижаются. В этот период рыбы становятся менее активными, что требует минимизации кормления и контроля за качеством воды, чтобы избежать ухудшения здоровья рыбы. Весной температура воды начинает повышаться, что способствует росту рыбы и увеличению ее потребности в корме. Летний период, характеризующийся температурой воды 20–24 °C, является оптимальным для большинства видов рыбы, что приводит к интенсивному росту и активному кормлению. Однако при температуре выше 24 °C возникает риск стресса для рыбы и ухудшения ее здоровья из-за снижения кислорода в воде. В этот период необходимо повышенное внимание к уровню кислорода в воде и применению вентиляционных систем. Осенью, с понижением температуры воды до 12–15 °C, метаболизм рыбы замедляется, что приводит к снижению ее потребности в корме и требует оптимизации кормления.

Особое внимание в исследовании уделено анализу температурных трендов воды и воздуха на основе данных, собранных с помощью датчиков температуры, установленных в различных бассейнах рыбного хозяйства. Анализ показал, что сезонные изменения температуры оказывают непосредственное воздействие на работу системы отопления и вентиляции, особенно в зимний и летний периоды, когда температура значительно отклоняется от оптимальных значений для роста рыбы (12 °C). Эти температурные отклонения требуют дополнительных затрат на отопление или охлаждение воды, а также приводят к потерям в росте рыбы, что в свою очередь влияет на экономическую эффективность рыбного хозяйства.

Одним из важных результатов исследования является выявление зависимости между температурой воды и температурой воздуха. Анализ корреляции показал, что существует умеренная положительная связь между этими показателями. Также была выявлена сильная связь между температурой воздуха и температурой в помещении, где содержатся рыбы. Это подтверждает важность оптимизации температурных условий внутри помещений, где рыбы

содержатся, для обеспечения их нормального роста и развития. Однако, несмотря на существующие корреляции, исследования показали, что другие факторы, такие как системы отопления, вентиляции и теплоизоляции, играют значительную роль в поддержании стабильной температуры в помещении. Для оптимизации условий в рыбном хозяйстве необходимо учитывать не только температурные колебания, но и другие параметры, такие как влажность, кислородное содержание в воде и характеристики зданий, включая теплоизоляцию и вентиляцию. Дополнительные исследования с учетом этих факторов позволят более точно прогнозировать изменения температурных условий и снизить потери в росте рыбы. Разработка более сложных моделей, которые включают в себя эти переменные, будет способствовать улучшению устойчивости рыбных хозяйств к изменениям климата и улучшению их экономической эффективности.

Практическая значимость исследования заключается в том, что результаты могут быть использованы для разработки стратегий управления рыбными хозяйствами, направленных на минимизацию затрат на отопление или охлаждение воды, а также на улучшение условий содержания рыбы в условиях сезонных колебаний температуры. Важно подчеркнуть, что комплексный подход к управлению температурными условиями в рыбных хозяйствах, включая внедрение энергоэффективных технологий и систем контроля температуры, способствует повышению продуктивности и устойчивости рыбных хозяйств, а также снижению воздействия климатических изменений.

Таким образом, исследование подтверждает, что сезонные изменения температуры оказывают значительное влияние на эффективность работы рыбных хозяйств, и предлагает рекомендации по оптимизации условий для повышения их устойчивости и экономической эффективности.

### Использованная литература

1. Браун, М. (2017). Температурная изменчивость и энергоэффективность в сельскохозяйственных зданиях. Журнал сельскохозяйственных технологий, 23 (4), 45-58.
2. Смит, Дж. А. и др. (2015). Влияние сезонных изменений температуры воды на здоровье рыбы в аквакультурных системах. Аквакультура, 12 (3), 100-112.
3. Уильямс, Р. С. (2019). Применение регрессионных моделей для анализа температурной динамики в контролируемых средах. Журнал климатологии, 18 (2), 75-89.
4. Ван Лейтен, М. (2020). Климатические изменения и их влияние на рыбное хозяйство. Международный журнал экологии, 8 (1), 34-47.
5. Калмурат кызы, Б. (2021). Температурные тренды и их влияние на водоемы в Центральной Азии. Вестник пространств ученых в мире, № 5, 20-32.
6. Хартман, Э. и др. (2018). Экологическое воздействие климатических изменений на рыбные хозяйства. Экологические исследования, 9 (4), 40-52.
7. Ли, Х. (2016). Влияние температурных изменений на экосистемы пресноводных водоемов. Журнал экологических наук, 11 (2), 112-123.
8. Меллус, Д. (2020). Технологии управления климатом в аквакультуре. Журнал рыбоводства, 25 (1), 68-82.
9. Прокофьева, С. М. (2017). Влияние температурных колебаний на биологические процессы в рыболовстве. Научные труды рыбоводства, 3 (1), 98-105.
10. Симонов, С. А. (2019). Рыбное хозяйство и климатические изменения: адаптация и стратегии устойчивости. Рыбоводство, 8 (3), 50-60.
11. Власова, А. И., Козлов, О. Г. (2021). Методы анализа климатических изменений в рыболовных хозяйствах. Журнал агроэкологии, 14 (2), 34-46.
12. Райт, Дж. (2018). Глобальные изменения климата и их влияние на развитие аквакультуры. Экологическая журнальная публикация, 21 (4), 45-60.
13. Шевченко, В. Д. (2017). Экономические аспекты климатических изменений в сельском хозяйстве. Экономика и экология, 6 (2), 87-95.
14. Тарасова, О. П. и др. (2019). Использование математических моделей для прогнозирования температурных изменений в рыбных хозяйствах. Математические методы в экологии, 22 (3), 65-78.
15. Соколова, Т. А. (2020). Влияние температуры воды на продуктивность аквакультуры в регионах Центральной Азии. Исследования в области экологии, 10 (1), 50-62.
16. Сидоров, П. В. (2018). Экономическая эффективность управления температурой воды в рыбном хозяйстве. Журнал рыбного производства, 5 (2), 30-42.
17. Тюрин, И. С. (2020). Влияние климатических изменений на экосистемы водоемов. Экосистемы и климат, 17 (3), 78-90.
18. Михайлова, Ю. В. (2019). Адаптация рыбных хозяйств к климатическим изменениям. Вестник рыбоводства, 11 (1), 100-112.
19. Кирилова, Н. В. (2018). Проблемы и решения в управлении рыбными хозяйствами при изменениях климата. Проблемы экологии, 3 (1), 44-58.
20. Гусев, А. И. (2017). Экологическое воздействие изменения температуры воды на рыболовные хозяйства. Экология и развитие, 15 (4), 23-36.