



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Всероссийский национальный  
научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «МАГАРАЧ» РАН

## Основные результаты лаборатории ЦТВиВ по ГЗ № FNZM-2022-0010 в 2023 году

**Тема:** Разработка методологии интеллектуального автоматизированного мониторинга для решения задач в области виноделия и виноградарства

**Этап 2023 года:** Формирование методического базиса для решения задач интеллектуального автоматизированного мониторинга в области виноделия и виноградарства

### Докладчики:

Зав. лабораторией ЦТВиВ

канд. техн. наук, доцент **Воронин Дмитрий Юрьевич**

Ведущий науч. сотр. лаборатории ЦТВиВ

канд. техн. наук, доцент **Кузнецов Павел Николаевич**

Старший науч. сотр. лаборатории ЦТВиВ

канд. техн. наук **Червяк София Николаевна**

## Коллектив молодёжной лаборатории



- Воронин Д.Ю., зав. лабораторией ЦТВВ, канд. техн. наук, доцент;
- Кузнецов П.Н., ведущий научный сотрудник лаборатории ЦТВВ, канд. техн. наук, доцент;
- Рыбалко Е.А., ведущий научный сотрудник лаборатории ЦТВВ, канд. с.-х. наук;
- Червяк С.Н., старший науч. сотр. лаборатории ЦТВВ, канд. техн. наук;
- Слатья Е.А., науч. сотр. лаборатории ЦТВВ, канд. биол. наук;
- Белаш С.Ю., мл. науч. сотр. лаборатории ЦТВВ;
- Лабинский В.А., мл. науч. сотр. лаборатории ЦТВВ;
- Олейникова В.А., мл. науч. сотр. лаборатории ЦТВВ;
- Романов А.В., мл. науч. сотр. лаборатории ЦТВВ;
- Данилова А.С., мл. науч. сотр. лаборатории ЦТВВ;
- Зуева-Носова А.В., мл. науч. сотр. лаборатории ЦТВВ;
- Макаренко Е.В., мл. науч. сотр. лаборатории ЦТВВ;
- Котельников Д.Ю., мл. науч. сотр. лаборатории ЦТВВ.





## Решённые задачи в области виноградарства:

- Систематизация существующих программных и аппаратных решений по комплексному сбору информации, её агрегации и предварительной обработке для реализации процедур многофакторного анализа гетерогенных агроэкологических данных.
- Разработка аппаратно-программного комплекса для фото-фиксации и нейросетевого детектирования числа вредителей в специализированных «ловушках» (совместно лабораторией «Защита растений»).
- Создание автоматизированного территориально-распределенного комплекса для мониторинга агроэкологических факторов, а также разработка информационных технологий их взаимной интеграции (совместно с лабораторией «Защита растений»).
- Изучение реакции виноградного растения на вариабельность экологических факторов (тепло- и влагообеспеченность) на основе многолетнего сравнительного изучения химического состава его плодов, обуславливающих биохимическую индивидуальность и технологические свойства сорта в различных виноградо-винодельческих районах Крыма.





## Полученные результаты в области виноградарства:

- Выполнен анализ существующих программных и аппаратных решений по комплексному сбору информации, её агрегации и предварительной обработки для реализации процедур многофакторного анализа гетерогенных агроэкологических данных.
- Разработан аппаратно-программный комплекс для фото-фиксации и нейросетевого детектирования числа вредителей в специализированных «ловушках» (совместно лабораторией «Защита растений»).
- Создан прототип автоматизированного территориально-распределенного комплекса для мониторинга агроэкологических факторов, а также разработаны информационные технологии необходимой интеграции (совместно с лабораторией «Защита растений»). Пилотный вариант развернут на базе Агрофирмы Черноморец и работает в тестовом режиме. Планируется расширение его функциональных возможностей в рамках дальнейшей работы.
- Создан банк данных для оценки влияния климатических факторов (с учетом сортового разнообразия и агроэкологических условий возделывания винограда) на физико-химические показатели винограда. Получены предварительные закономерности воздействия климатических факторов, характеризующие период вегетации и период созревания винограда, на показатели углеводно-кислотного комплекса винограда.





## Показатели проекта:

- **3** публикации (типа article и review) в научных журналах, индексируемых в международных базах научного цитирования (Web of Science Core Collection и (или) Scopus). – **2** статьи приняты к печати, **1** статья проходит этап рецензирования.
- **1** публикация в научном журнале первого и второго квартилей – **1** статья отправлена и проходит этап рецензирования.
- **1** доклад в основной программе конференций по тематической области Computer Science уровня А и А\* по рейтингу CORE – **1** доклад отправлен для участия в конференции.
- **2** доклада на ведущих международных научных (научно-практических) конференциях в Российской Федерации и за рубежом – **2** доклада сделаны.
- **1** поданная заявка на получение патента или регистрацию результата интеллектуальной деятельности – **1** заявка подготовлена.
- **Сверх требований** опубликована статья в журнале Аграрная наука (ПИНЦ, ВАК, RSCI, AGRIS).

Планируется **выполнение показателей в полном объёме**, однако имеются риски политического характера.





МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Всероссийский национальный  
научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «МАГАРАЧ» РАН



АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ  
КОМПЛЕКС АВТОМАТИЗИРОВАННОГО  
НЕЙРОСЕТЕВОГО ДЕТЕКТИРОВАНИЯ  
ЧИСЛА ВРЕДИТЕЛЕЙ В «ЛОВУШКАХ»  
(СОВМЕСТНО С ЛАБОРАТОРИЕЙ  
«ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ»).





Одиночное сжатое изображение



Вывод программы

# ЧАТ-БОТ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО НЕЙРОСЕТЕВОГО ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ЧИСЛА ВРЕДИТЕЛЕЙ





**Программа:** Программный модуль нейросетевого автоматизированного подсчета бабочек гроздовой листовёртки на изображениях, полученных посредством кроссплатформенной системы обмена сообщениями Telegram.

**Аннотация:** Программа предназначена для автоматизированной обработки изображений с целью подсчета бабочек *Lobesia botrana* в ловушках на виноградниках. Областью применения является защита винограда от повреждения листовёрткой. Программу целесообразно использовать для автоматизированного мониторинга численности вредителя, что позволит своевременно и обоснованно проводить защитные мероприятия. Инструментальным базисом разработки являются программные библиотеки PyTorch, YOLOv8, OpenCV и API Telegram. Программа выполняет следующие функции: инициализация бота в Telegram для получения фотографий; запуск нейросетевой модели YOLOv8 на базе PyTorch для детектирования листовёртки; подсчёт количества бабочек и отправка результата пользователю; логирование результатов для последующего анализа динамики. Программа имеет модульную структуру и содержит обработку ошибок. Программный код может быть адаптирован для мониторинга других вредителей сельскохозяйственных культур по фотографиям, отправляемых пользователем посредством кроссплатформенной системы обмена сообщениями Telegram.

**Авторы:** Кузнецов Павел Николаевич, Воронин Дмитрий Юрьевич, Котельников Дмитрий Юрьевич, Алейникова Наталья Васильевна, Радионовская Яна Эдуардовна, Белаш Сергей Юрьевич, Галкина Евгения Спиридоновна, Диденко Павел Александрович, Андреев Владимир Владимирович, Шапоренко Владимир Николаевич, Диденко Лиана Владимировна





МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Всероссийский национальный  
научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «МАГАРАЧ» РАН



**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ  
КОМПЛЕКС ДЛЯ МОНИТОРИНГА  
АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ  
ПАРАМЕТРОВ  
(СОВМЕСТНО С ЛАБОРАТОРИЕЙ  
«ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ»).**



Всероссийский национальный научно-исследовательский  
институт виноградарства и виноделия  
основан в 1828 г.

**"МАГАРАЧ"** РАН



## АКТУАЛЬНОСТЬ

Непрерывный мониторинг метеорологических параметров позволяет получить важную информацию для принятия управленческих решений на всех этапах выращивания винограда – от мониторинга фенофаз до сбора урожая. Контроль микроклимата виноградников способствует получению стабильных высоких урожаев качественного винограда. Однако, существующие сети мониторинга метеорологических параметров виноградников, зачастую состоящие из нескольких дорогостоящих метеостанций, не всегда обеспечивают необходимую детализацию данных на уровне конкретных участков.

В связи с этим актуальна разработка автономных метеосистем при использовании дополнительных датчиков непосредственно в местах

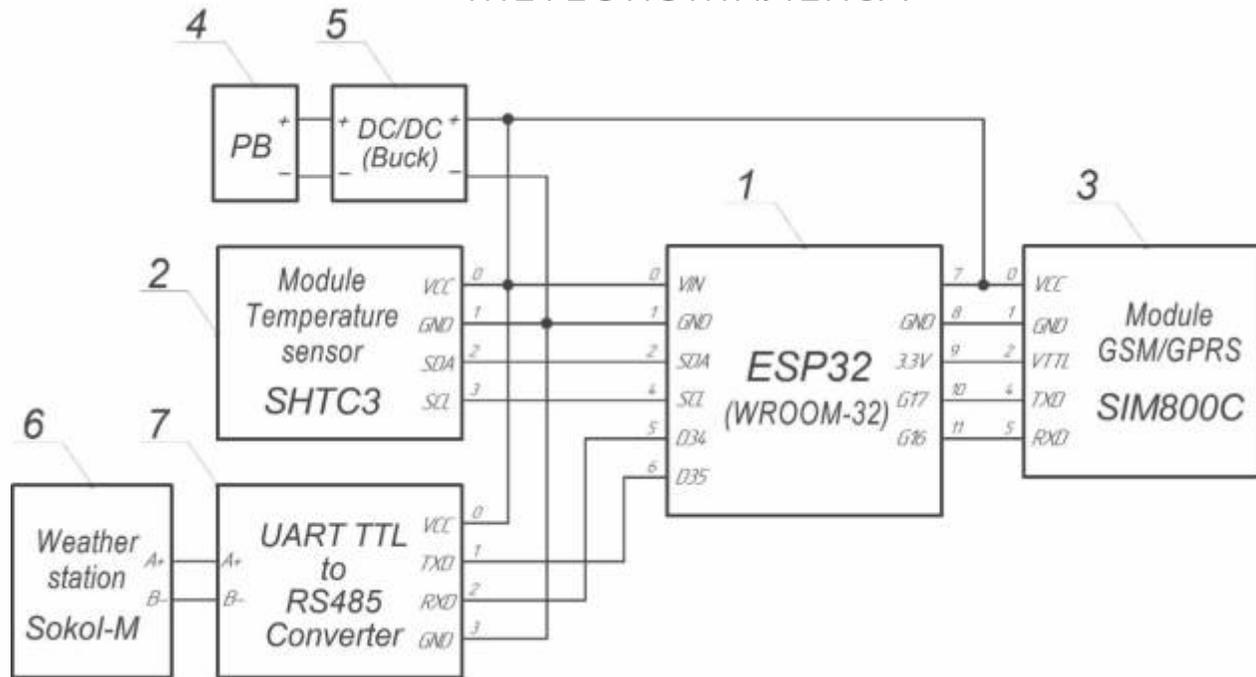
## ПРЕИМУЩЕСТВА

- ✓ возможность точечного мониторинга в различных зонах виноградника, а не усреднённых по территории данных;
- ✓ высокая детализация наблюдений во времени, фиксация даже кратковременных погодных явлений;
- ✓ низкая стоимость решений по сравнению с профессиональными станциями;
- ✓ относительная простота развёртывания сети датчиков и сбора данных.





## СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ИССЛЕДУЕМОГО МЕТЕОКОМПЛЕКСА



- 1 – микроконтроллер ESP32 (WROOM-32);  
 2 – модуль датчика температуры SHTC3; 3 – модуль GSM/GPRS SIM800C; 4 – li-ion аккумуляторная батарея; 5 – понижающий DC/DC преобразователь; 6 – измерительный модуль «Сокол-М»; 7 – преобразователь интерфейсов UART TTL – RS485

## КЛЮЧЕВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ:

№	Измеряемая величина	Диапазон измерения
1	Температура воздуха	-40...85 °C
2	Относительная влажность воздуха	0...100 %
3	Атмосферное давление	300-1100 гПа
4	Скорость воздушного потока	0-40 м/с
5	Направление воздушного потока	0-360 °
6	Увлажнённость листа	0...100 %
7	Температура листа	-20 ~ 80 °C
8	Количество и интенсивность осадков	0-200 мм/ч

Анализ точности измерения температуры при использовании различных радиационных экранов, показал, что экраны начальной ценовой категории могут приводить к существенным погрешностям измерений - **до нескольких градусов** при высоких значениях интенсивности солнечной радиации.

В связи с этим особую актуальность приобретает исследование возможностей повышения точности измерения температуры окружающей среды в условиях высокой инсоляции при использовании недорогих радиационных экранов.

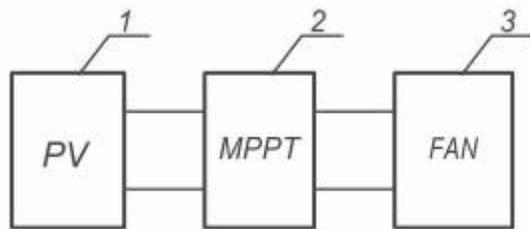
## СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СТЕНДА

**Методы** повышения точности измерения температуры окружающей среды в условиях интенсивного воздействия солнечной радиации:

- ✓ использование радиационных экранов с принудительной вентиляцией;
- ✓ корректировка результатов измерения на основе данных об интенсивности солнечного излучения и других факторов.



Структурная схема системы принудительной циркуляции воздуха



1 – поликристаллический PV модуль; 2 – модуль MPPT контроллера CN3767; 3 – вентилятор

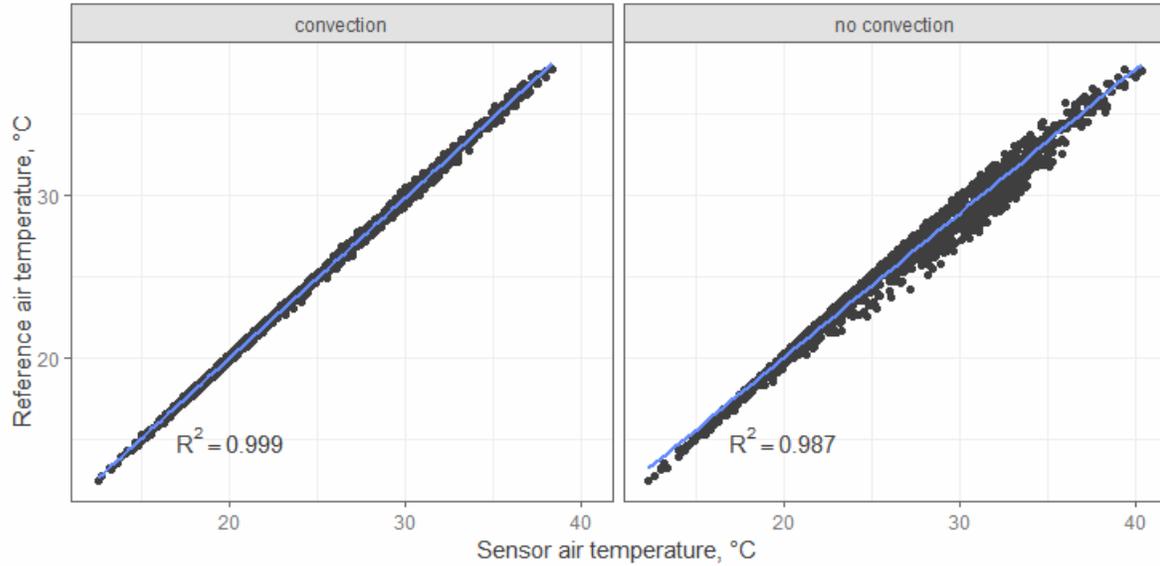


Параллельный мониторинг проводился в период с 01.06 по 31.08.2023 года в Севастопольском регионе на Павловском мысу.

Датчики были установлены с учетом требований ВМО



Двумерная диаграмма рассеяния



Расчетные значения отклонения показателей

No.	Metrics	Ventilation on	Ventilation off
1	ME	0.05	0.56
2	MAE	0.15	0.61
3	RMSE	0.19	0.99
4	NRMSE %	3.9	20.2
5	PBIAS %	0.2	2.3
6	rSD	1.01	1.12
7	NSE	1	0.96
8	mNSE	0.96	0.85
9	sr	0.98	0.45
10	KGE	0.99	0.88

## Результаты 1-го этапа исследования

Принудительная вентиляция датчиков температуры является одним из эффективных технических решений для повышения точности измерений в условиях интенсивной солнечной радиации, делая работу датчика практически независимой от погодных условий. Однако данный подход имеет и недостатки:

1. Наличие дополнительных вентиляторов и воздуховодов приводит к более интенсивному загрязнению и запылению внутренней полости радиационного экрана, включая чувствительные элементы датчиков.
2. Использование системы принудительной вентиляции увеличивает стоимость конструкции и снижает общую надежность системы.

Применение принудительной циркуляции воздуха в радиационных экранах является компромиссным решением между точностью измерения температуры, частотой обслуживания и надежностью всей конструкции.



Для расчета отклонения температуры от скорости ветрового потока и интенсивности солнечной радиации было составлено уравнение теплового баланса на основе которого было выведена зависимость:

$$\Delta T(w, IS) = \frac{(1 - A) \cdot IS \cdot F_1}{(\alpha_w + \alpha_f) \cdot F_2 + c \cdot m}$$

$$\Delta T(w, IS) = \frac{Q_{in}}{(0.45 \cdot Re^{0.83} \cdot Pr^{0.2} + 0.5 \cdot (Gr \cdot Pr)^{0.25}) \cdot \frac{\lambda}{\delta} \cdot F_2 + c \cdot m}$$

$$Nu_w = 0.45 \cdot Re^{0.83} \cdot Pr^{0.2}$$

$$Nu_f = 0.5 \cdot (Gr \cdot Pr)^{0.25}$$

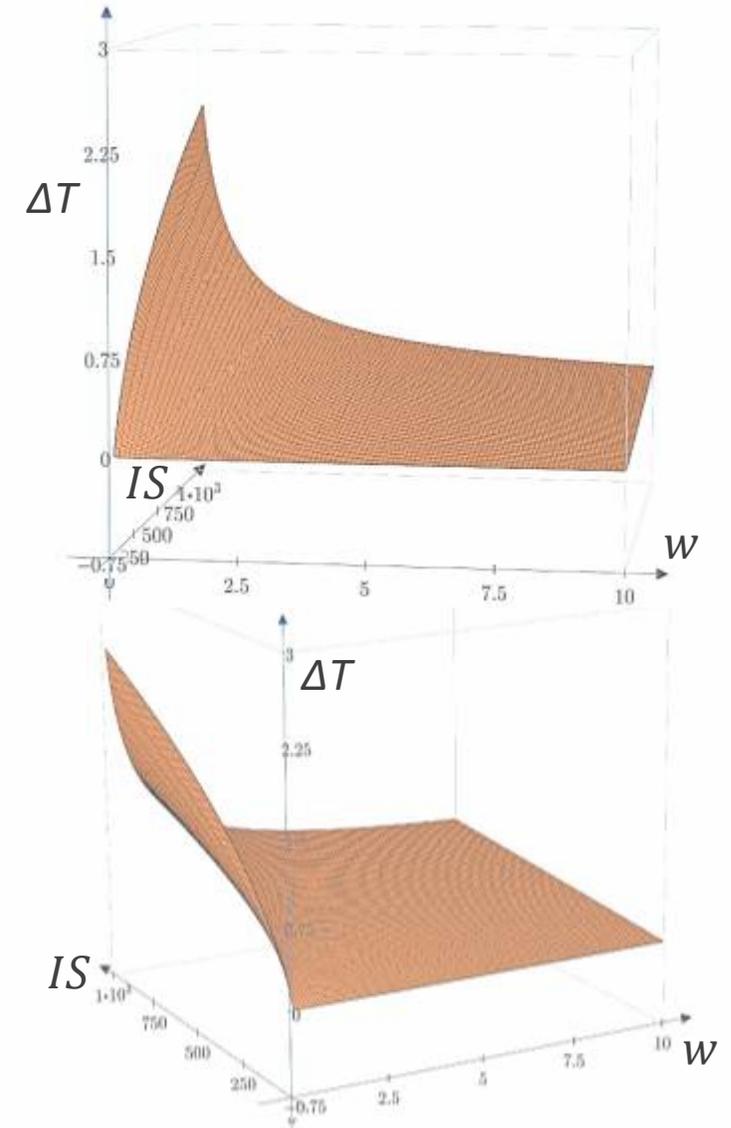
$$Re = \frac{w \cdot \delta}{\nu}$$

$$Pr = \frac{\nu}{a}$$

$$Gr = \frac{g \cdot \beta \cdot \Delta T \cdot \delta^3}{\nu^2}$$

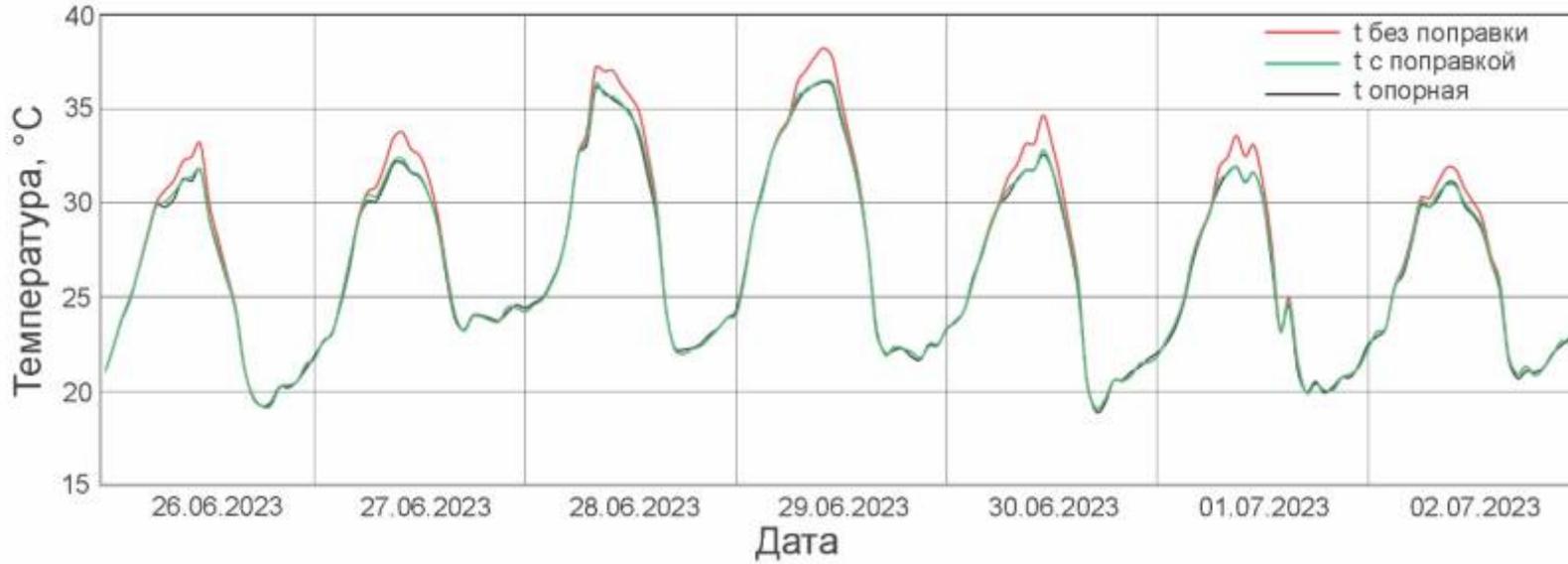
где  $A$  – коэффициент отражательной способности поверхности;  $IS$  – интенсивность солнечной радиации, [Дж/м<sup>2</sup>];  $F_1$  – площадь поверхности, на которую поступает солнечная радиация, [м<sup>2</sup>];  $c$  – теплоёмкость воздуха, [Дж/(кг·К)];  $m$  – масса воздуха внутри радиационного экрана, [кг];  $\alpha_w$  – коэффициент теплоотдачи от радиационного экрана в окружающую среду вынужденной конвекцией, вычисляется из выражения, [Вт/м<sup>2</sup>];  $\alpha_f$  – коэффициент теплоотдачи от радиационного экрана в окружающую среду свободной конвекцией, вычисляется из выражения, [Вт/м<sup>2</sup>].  $Nu_w$  – число Нуссельта при теплоотдаче вынужденной конвекцией, вычисляется из выражения;  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности воздуха, [Вт/(м·К)];  $\delta$  – наружный диаметр радиационного экрана, [м].  $Re$  – число Рейнольдса, вычисляется из выражения;  $Pr$  – число Прандтля, вычисляется из выражения;  $w$  – скорость ветра, [м/с];  $\nu$  – коэффициент кинематической вязкости воздуха, [м<sup>2</sup>/с].  $a$  – коэффициент температуропроводности воздуха, [Вт/(м·К)].

График зависимости отклонения температуры





## Результаты 2-го этапа исследования



(— температура, измеренная исследуемой метеостанцией с естественной вентиляцией радиационного экрана, без поправки; — температура, измеренная исследуемой метеостанцией с естественной вентиляцией радиационного экрана, с поправкой; — температура, измеренная опорной метеостанцией)

Применение разработанного адаптивного алгоритма корректировки позволило существенно снизить погрешность измерений исследуемой метеостанции. После корректировки, её показания практически совпали с данными опорной метеостанции в течение всего периода наблюдений. Таким образом, предложенная модель демонстрирует высокую эффективность и может быть рекомендована для применения в метеорологических измерительных системах.





МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Всероссийский национальный  
научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «МАГАРАЧ» РАН



БАНК ДАННЫХ ДЛЯ ОЦЕНКИ  
ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ  
ФАКТОРОВ (С УЧЕТОМ  
СОРТОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ И  
АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ  
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ВИНОГРАДА)  
НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ  
ПОКАЗАТЕЛИ ВИНОГРАДА



Всероссийский национальный научно-исследовательский  
институт виноградарства и виноделия  
основан в 1828 г.

"МАГАРАЧ" РАН



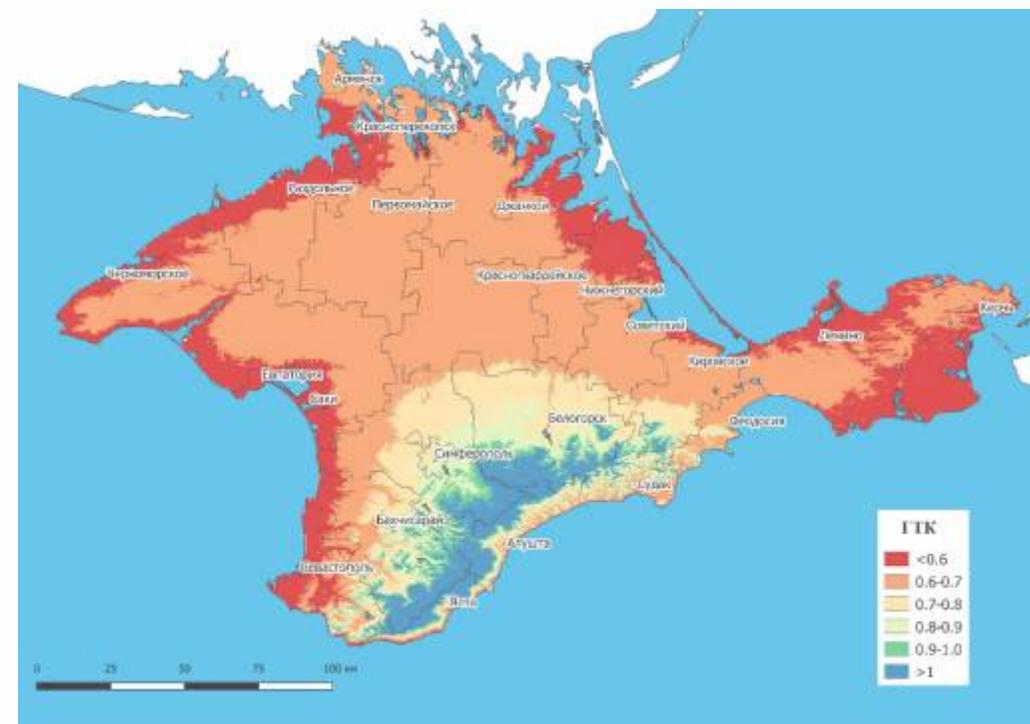
## Взаимосвязь между компонентами углеводно-кислотного комплекса винограда и качественными показателями вин





## Климатические факторы, характеризующие влагообеспеченность территории

Виноградо-винодельческий район Крыма	$P_{\text{вер}}$	$P_{\text{мес}}$	ГТК
Западный приморский (г. Евпатория)	<u>60-249</u> 184	<u>0,3-31,7</u> 15,6	<u>0,2-0,78</u> 0,56
Крымский западно-приморский предгорный (п. Угловое)	<u>106-278</u> 187	<u>1,7-79,3</u> 32,3	<u>0,35-0,76</u> 0,59
Горно-долинный приморский (п. Морское)	<u>76-281</u> 138	<u>0,1-42,8</u> 21,3	<u>0,24-0,89</u> 0,42
Южный берег Крыма	<u>117-343</u> 224	<u>10,8-96</u> 42,6	<u>0,36-0,98</u> 0,68
Горно-долинный (п. Приветное)	<u>110-247</u> 174	<u>3,2-26,9</u> 17,8	<u>0,36-0,97</u> 0,64

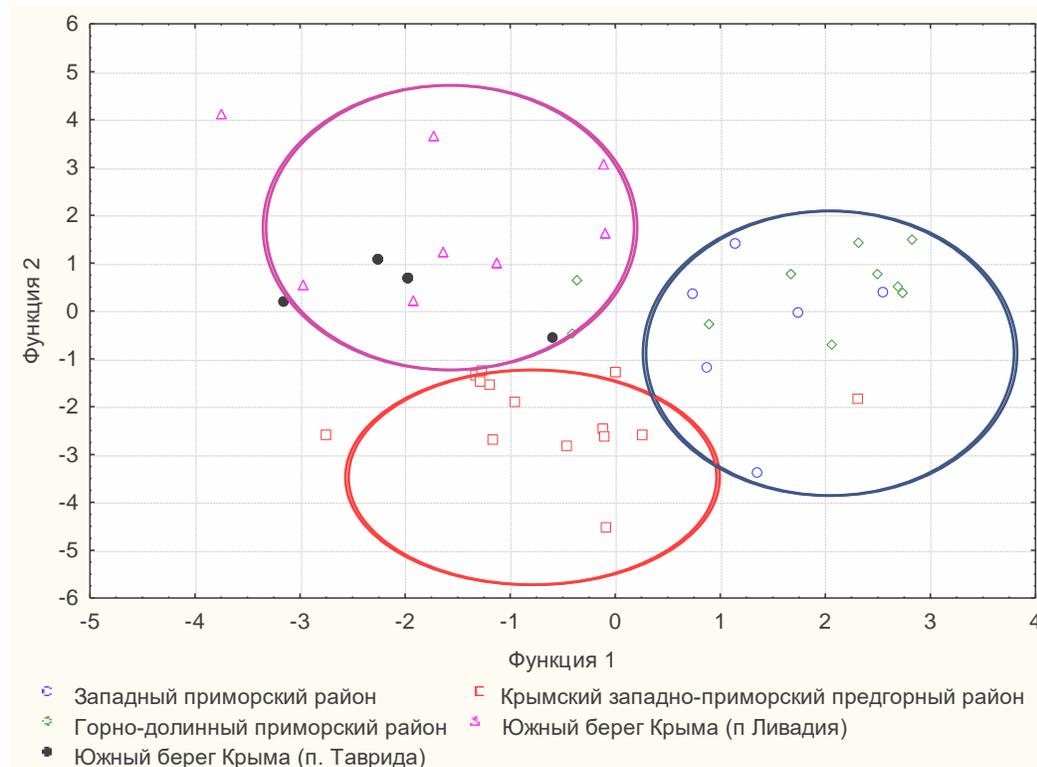




## Климатические факторы, характеризующие теплообеспеченность территории

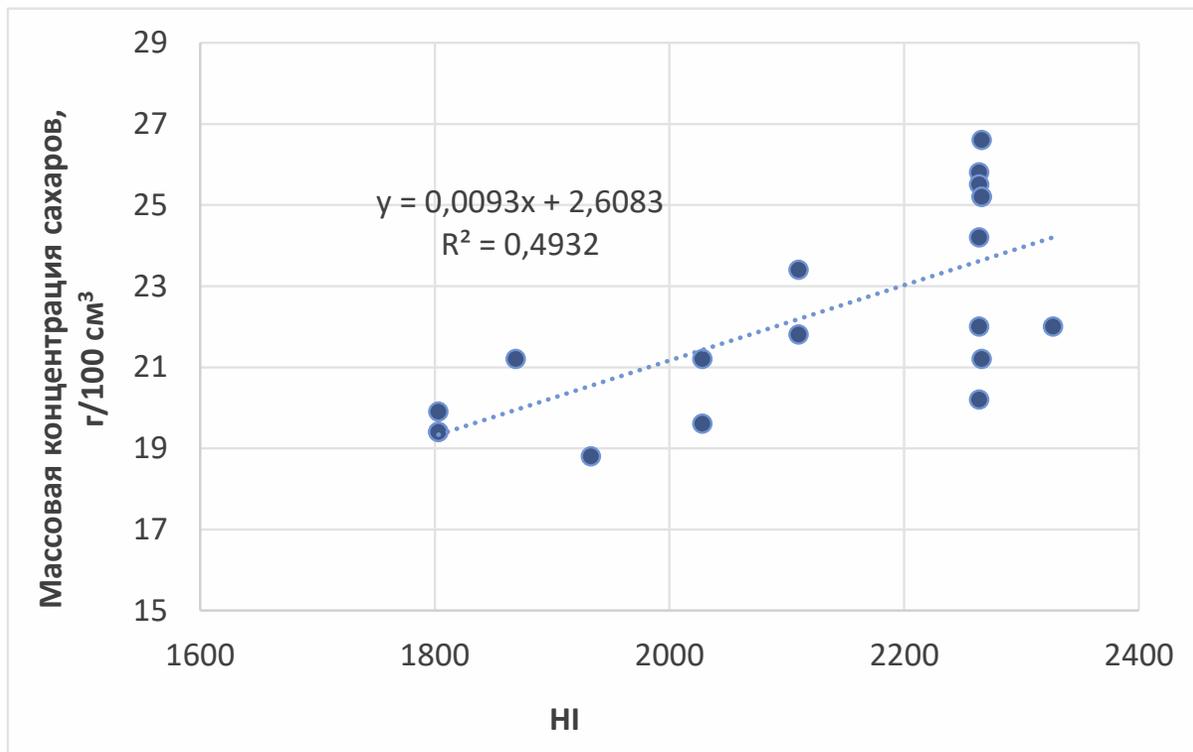
Виноградо-винодельческий район Крыма	$\Sigma T^{\circ}C10, ^{\circ}C$	HI	WI	$t_{мес}, ^{\circ}C$	$t_{вер}, ^{\circ}C$
Западный приморский (г. Евпатория)	<u>2948-3341</u> 3196	<u>2108-2295</u> 2244	<u>1629-1784</u> 1748	<u>15-24,8</u> 20,8	<u>19,6-21,6</u> 20,7
Крымский западно-приморский предгорный (с. Угловое)	<u>2822-3644</u> 3160	<u>1653-2157</u> 1833	<u>1451-1875</u> 1600	<u>18,5-21,5</u> 20	<u>17,3-20,2</u> 19,5
Горно-долинный приморский (с. Морское)	<u>3147-3339</u> 3220	<u>2152-2327</u> 2250	<u>1679-1829</u> 1767	<u>18,3-21,4</u> 20	<u>17,4-20</u> 19
Южный берег Крыма (п. Ливадия)	<u>3224-3501</u> 3285	<u>1834-2197</u> 2022	<u>1597-1906</u> 1756	<u>19,1-25,9</u> 22,8	<u>20-22,2</u> 21,2
Южный берег Крыма (с. Кипарисное)	<u>2510-3042</u> 2788	<u>1547-1872</u> 1709	<u>1356-1642</u> 1496	<u>20,4-26,8</u> 24,6	<u>18,1-21,7</u> 20,4
Горно-долинный (с. Приветное)	<u>2554-2862</u> 2745	<u>1744-2005</u> 1900	<u>1311-1550</u> 1457	<u>24,3-26,1</u> 25,1	<u>17,8-20</u> 19,1

Диаграмма различий виноградо-винодельческих районов Крыма по климатическим факторам

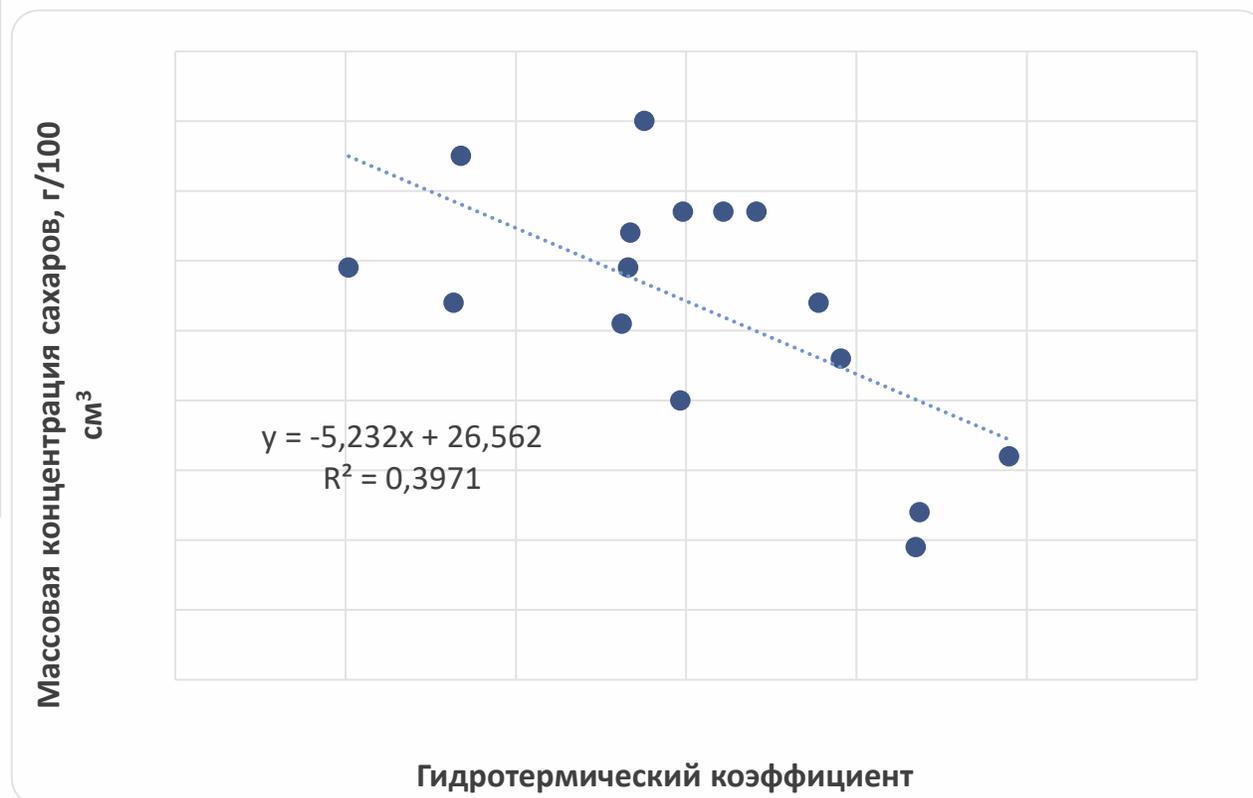




## Зависимость сахаристости винограда от величины индекса Хуглина

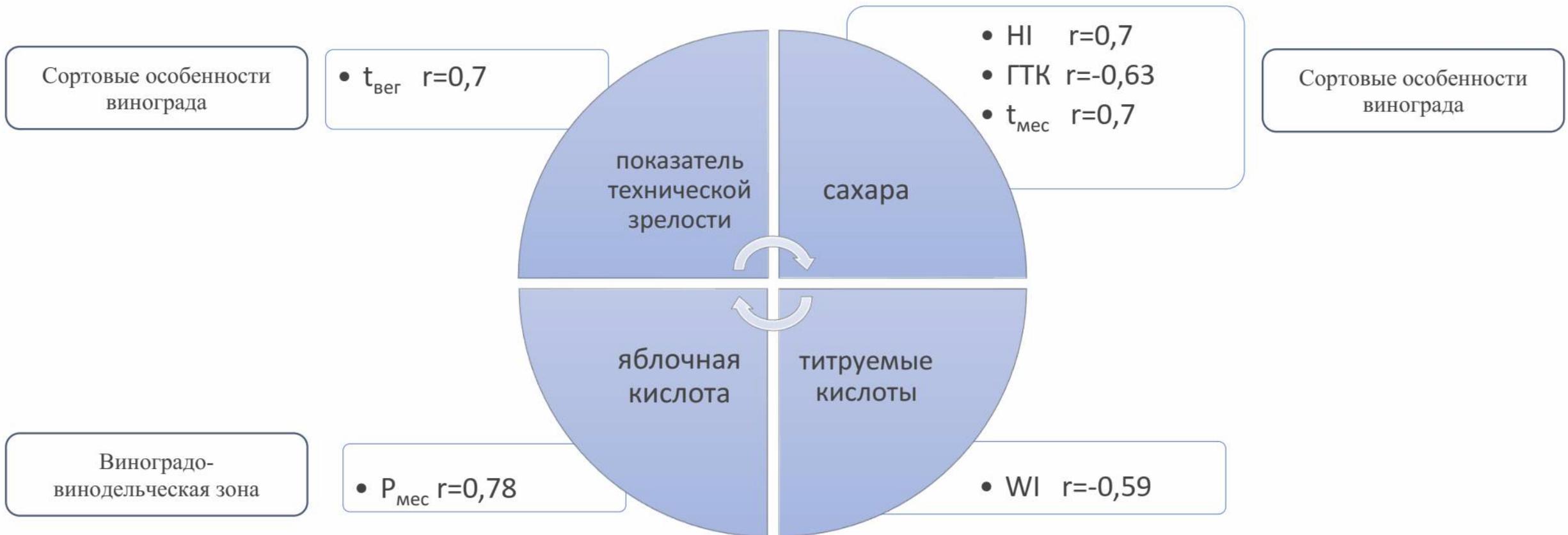


## Влияние гидротермического коэффициента на накопление сахаров в винограде (2016-2022 гг.)





## Влияние климатических факторов на качественные показатели винограда





В результате проведенных исследований создан банк данных, включающий показатели углеводно-кислотного комплекса винограда, обуславливающие биохимическую индивидуальность и технологические свойства сорта в различных виноградо-винодельческих районах Крыма, а также экологические факторы (тепло- и влагообеспеченность) на основе многолетнего изучения.

Получены предварительные закономерности воздействия климатических факторов, характеризующие период вегетации и период созревания винограда, на показатели углеводно-кислотного комплекса винограда. Дальнейшие исследования предусматривают уточнение полученных закономерностей, а также расширение базы данных за счет дополнительных климатических индексов: средней минимальной температуры ночи за месяц до сбора урожая. Кроме того, база данных будет дополнена информативными показателями качества винограда красных сортов (биохимическими и физико-химическими): окисляющая и мацерирующая способность, технологический запас, фенольная зрелость, массовая концентрация мономерных антоцианов.





МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Всероссийский национальный  
научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «МАГАРАЧ» РАН

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ