

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КРЫМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В. И. ВЕРНАДСКОГО»

На правах рукописи

**ПОТАНИН ДМИТРИЙ ВАЛЕРИЕВИЧ**

**НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЦИФРОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ  
АДАПТИВНОГО САДОВОДСТВА**

4.1.4. – Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные  
культуры

**Диссертация**

на соискание учёной степени  
доктора сельскохозяйственных наук

Научный консультант:  
доктор с.-х. наук, профессор  
Иванченко Вячеслав Иосифович

Симферополь – 2023

## Оглавление

|                                                                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Введение.....                                                                                                                                                                  | 5  |
| Раздел 1. Основные тенденции адаптивного садоводства в мире ...                                                                                                                | 13 |
| 1.1. История развития промышленного садоводства.....                                                                                                                           | 15 |
| 1.2. Современные проблемы культивирования плодовых и<br>ягодных культур .....                                                                                                  | 19 |
| 1.3. Адаптивное садоводство с точки зрения реакции<br>растений на факторы биосферы (окружающей среды)...                                                                       | 21 |
| 1.4. Почвенные условия, лимитирующие развитие и<br>продуктивность садовых культур .....                                                                                        | 24 |
| 1.5. Лимитирующие климатические условия выращивания<br>плодовых культур.....                                                                                                   | 33 |
| 1.6. Современные инновационные технологии и<br>моделирование адаптивного садоводства .....                                                                                     | 44 |
| Раздел 2. Условия, объекты и методы исследований.....                                                                                                                          | 48 |
| 2.1. Систематизация требований плодовых и ягодных<br>культур к условиям окружающей среды.....                                                                                  | 48 |
| 2.2. Оценка обеспеченности почвенно-климатических зон<br>Крыма отдельными экологическими факторами,<br>влияющими на развитие и плодоношение плодовых и<br>ягодных культур..... | 49 |
| 2.3. Разработка базы данных по анализу и учёту<br>климатических данных метеостанций, расположенных<br>на территории Крыма .....                                                | 50 |
| 2.4. Проведение сравнительного анализа критических для<br>выращивания плодовых культур показателей с<br>обеспеченностью территории.....                                        | 53 |
| 2.5. Разработка системы автоматизации подбора технологий<br>выращивания плодовых культур, с возможным расчётом                                                                 |    |

|                                                                                                                                                          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| затрат ресурсов, материалов, труда работников, а также экономической эффективности производства.....                                                     | 55  |
| 2.6. Опыты и учёты, проводимые для подтверждения результатов моделирования .....                                                                         | 56  |
| Раздел 3. Изучение почвенно-климатических факторов, влияющих на развития плодовых и ягодных культур в различных зонах Крыма .....                        | 61  |
| 3.1. Влияние химических мелиорантов на структуру почв и повышение их пригодности для закладки и эксплуатации плодовых и ягодных культур .....            | 63  |
| 3.1.1. Влияние мелиорантов на агрохимические свойства почвы .....                                                                                        | 64  |
| 3.1.2. Влияние мелиорантов на подвижность элементов минерального питания в почве .....                                                                   | 67  |
| 3.1.3. Продуктивность насаждений яблони при использовании различных химических мелиорантов....                                                           | 73  |
| 3.1.4. Использование биологической пластичности растений для снижения влияния неблагоприятных почвенных факторов.....                                    | 76  |
| 3.2. Изучение устойчивости подвоев к дефициту влаги в почве                                                                                              | 81  |
| 3.3. Расчёт теплообеспеченности (по суммам температур выше 10 °С) почвенно-климатических зон Крыма, определяющей развитие плодовых и ягодных культур ... | 88  |
| 3.4. Расчёт вероятностей влияния минимальных температур в почвенно-климатических зонах Крыма на развитие плодовых и ягодных культур .....                | 109 |
| 3.5. Расчёт вероятностей проявления заморозков, влияющих на продуктивность промышленных насаждений плодовых культур.....                                 | 120 |

|                                                                                                                                                                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Раздел 4. Алгоритмизация технологических процессов в садоводстве .....                                                                                                                                          | 130 |
| 4.1. Разработка алгоритмов автоматизированной системы базовых технологий производства продукции многолетних насаждений .....                                                                                    | 131 |
| 4.2. Подбор адаптивных элементов технологии выращивания многолетних насаждений с использованием методов цифрового расчёта влияния ограничивающих факторов                                                       | 144 |
| 4.3. Разработка алгоритмов автоматизированного подбора адаптивной технологии выращивания плодовых культур.                                                                                                      | 170 |
| Раздел 5. Разработка системы зонального картирования территории Республики Крым на пригодность к выращиванию культур с выбором технологий, обеспечивающих максимальное раскрытие их биологического потенциала.. | 177 |
| Раздел 6. Расчёт экономической эффективности внедрения элементов адаптивного садоводства, рассчитанных с применением автоматических технологических карт ....                                                   | 184 |
| Заключение.....                                                                                                                                                                                                 | 193 |
| Рекомендации.....                                                                                                                                                                                               | 195 |
| Список сокращений и условных обозначений.....                                                                                                                                                                   | 197 |
| Использованная литература.....                                                                                                                                                                                  | 198 |
| Приложения.....                                                                                                                                                                                                 | 248 |

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования.** Развитие отрасли садоводства России является важным и приоритетным вопросом, обеспечивающим принцип импортозамещения в производстве сельскохозяйственной продукции. Традиционно, садоводство России локализовано в южных регионах страны, которые отличаются высоким уровнем вовлечённости в сельское хозяйство [1, 6, 10, 68, 82]. Однако, не смотря на оптимизацию размещения плодовых культур, их потенциал продуктивности не раскрывается в полной мере. Не учитываются особенности требований культур и их отдельных сортов к условиям окружающей среды. Внедрение новых, ранее не применявшихся в местном садоводстве сортов может привести не к ожидаемому увеличению продуктивности насаждений, а, наоборот – к существенной потере урожая вследствие низкой адаптивности к почвенным и климатическим условиям.

Исследования, проводимые в последние годы агроклиматологами, почвоведом, садоводами, селекционерами, в основном, проводились в направлении поиска зон и микрозон наиболее благоприятных для выращивания культур при минимальном уходе [14, 65, 71, 87, 128, 136, 169]. За рубежом, особенно в зонах неблагоприятных для садоводства, но с высокой ресурсообеспеченностью и уровнем автономности от импорта имеются наработки улучшения условий выращивания. При этом применяются современные технологические подходы, повышающие уровень устойчивости растений к стрессу и гарантирующие получение высоких урожаев. Кроме этого, необходимо учитывать весь биологический потенциал каждого сорта или группы сортов, а также подвоев, применяемых для закладки насаждений, с целью более полного раскрытия биологического потенциала растений и интенсификации производства [78, 83].

Работа посвящена изучению влияния экологических факторов на рост, развитие, плодоношение садовых культур и цифровому моделированию их размещения, технологии возделывания в адаптивном садоводстве.

**Степень разработанности темы.** В направлении изучения влияния абиотических факторов окружающей среды на развитие и продуктивность насаждений плодовых культур в России работали Драгавцева И.А. и созданная ею научная школа, Гущин М.Ю., Ахматова З.П., Алёхина Е.М. и другие. В Крыму, серьёзные исследования в данном направлении и в частности по определению экологических требований плодовых культур к почвенным и климатическим особенностям выполнялись в Государственном Никитском ботаническом саду (НБС ННЦ) Ивановым В.Ф., Рябовым В.А., Опанасенко Н.Е., Смыковым А.В., а также другими исследователями. Были найдены критерии устойчивости многолетних культур, а также отдельных групп сортов к низким зимним температурам, требования к суммам температур для прохождения фенологических фаз развития в течении вегетации, определены и другие факторы окружающей среды, в том числе и почвенные, способные оказывать влияние на продуктивность и стабильность плодоношения насаждений. Однако, сегодня в связи с развитием цифровых технологий, а также требований производства к разработке прогностических моделей, ставится вопрос о разработке систем автоматических, программных продуктов для вычислительной техники, позволяющих осуществлять автоматизированный анализ сложившихся условий на территории, проводить сопоставление факторов окружающей среды с экологическими требованиями культур, а также рассчитывать перспективный подбор сортов и технологий их выращивания с учётом внедрения элементов адаптивного садоводства.

**Целью исследований являлась** разработка устойчивых математических зависимостей адаптивного садоводства в системе «растение-среда» с учетом уровня их экологизации, для цифрового моделирования влияния природных факторов на рост, развитие и стабильность плодоношения плодовых и ягодных культур на примере условий различных почвенно-климатических зон Крыма.

**Задачи исследований:**

1. Систематизировать экологические требования плодовых и ягодных культур к условиям внешней среды в пригодных для расчёта и математического анализа показателях;
2. Создать базу данных по анализу и учёту климатических параметров по метеостанциям, расположенным на территории Республики Крым;
3. Провести сравнительный анализ критических для выращивания плодовых культур показателей с обеспеченностью территории;
4. Определить корректность подбора подвоев для привитых культур по критериям критичных для них содержаний уровней карбонатов в корнеобитаемом слое почвы;
5. Провести анализ влияния отдельных агротехнологических мероприятий на снижение воздействия неблагоприятных абиотических факторов окружающей среды;
6. Разработать систему автоматизации подбора сортов и технологий выращивания плодовых и ягодных культур с возможным расчётом затрат ресурсов материалов, труда работников, а также экономической эффективности производства;
7. Разработать рекомендации на основе проведённого анализа по корректировке технологий со всеми возможными сценариями, пригодными для внедрения в современное производство;
8. Провести экономическую оценку предлагаемых технологий, способных повысить продуктивность насаждений плодовых и ягодных культур в каждом конкретном условиях;
9. Разработать систему картирования территории Республики Крым по пригодности её территории к выращиванию культур на основе обработки климатических данных и экологических требований культур.

**Научная новизна** исследований заключается в теоретическом обосновании и разработке экологических основ подбора адаптивных технологий выращивания садовых культур на основе цифрового моделирования.

Получены новые знания по методологическим подходам дистанционного картирования пригодности территории к выращиванию плодовых культур, их экологических требований к теплообеспеченности территории, минимальным температурам в период покоя растений, сроков наступления поздневесенних заморозков и их интенсивности, водному балансу на основе обработки климатических данных.

Впервые для адаптивного садоводства разработаны компьютерные программы автоматического расчёта затрат на закладку, выращивание и производство плодовой продукции; математические модели, определяющие влияние отдельных почвенно-климатических факторов на рост и развитие плодовых культур; новые подходы в статистической обработке климатических показателей для определения критических факторов эколого-генетической адаптивности плодовых культур.

Впервые разработаны алгоритмы программного выбора технологии выращивания плодовых культур на основе логического подбора адаптивных элементов технологии выращивания многолетних насаждений с использованием методов цифрового расчёта влияния ограничивающих факторов для получения экономически обоснованных урожаев; алгоритм автоматизированной программы расчёта оросительной нормы исходя из баланса влаги, коэффициента используемой площади сада, а также учёта поливного периода.

**Теоретическая и практическая значимость.** Научно обоснованы математические зависимости в системе «растение-среда» с учетом уровня экологизации для цифрового моделирования влияния природных факторов на рост, развитие и стабильность плодоношения садовых культур в условиях различных почвенно-климатических зон.

Создана база данных по автоматическому анализу и учёту климатических параметров по метеостанциям, расположенным на территории Республики Крым. Разработана система картирования территории Крыма по пригодности к выращиванию плодовых и ягодных культур на основе почвенно-климатических показателей и экологических требований культур.

Определены оптимальные элементы технологических процессов, позволяющих обеспечить снижение прогнозного срока окупаемости вложенных инвестиций с 9 до 6 лет от момента посадки сада, сокращение срока окупаемости определяется более высоким уровнем интенсивности производства.

Получен патент «Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020663040 Российская Федерация. Специализированная программа анализа экономической эффективности подбора технологии выращивания сельскохозяйственных культур».

Подготовлен и опубликован «Агроклиматический атлас Республики Крым. Пригодность территории для выращивания плодовых, ягодных культур и винограда» (2023), позволяющий определять прогностическое размещение садовых культур в соответствии с возможными зонами возделывания.

Результаты исследований внедрены в производство:

- усовершенствованный подход к подбору адаптивных технологий при разработке проектов на закладку многолетних насаждений (ФГБУ «Центр агрохимической службы «Крымский»);

- концепция организации сельскохозяйственного предприятия (ООО «Грушевские сады», ГО Судак на площади 403,1911 га), обеспечивающая высокой продуктивности многолетних насаждений;

- используются кафедрой плодовоовощеводства и виноградарства Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского» в образовательном процессе при обучении по направлениям подготовки: 35.03.05 – «Садоводство» (бакалавриат), 35.04.05 – «Садоводство» (магистратура), а также 35.06.01 – пловодство, виноградарство (аспирантура);

- используется Министерством сельского хозяйства Республики Крым при подборе оптимальных технологий выращивания плодовых культур для получения стабильного плодоношения в многолетних насаждениях.

### **Методология и методы исследования**

Для решения поставленной цели и задач исследований применялся полный комплекс методологий, связанных с изучением климата, особенностей

почвенного питания плодовых культур, определения их экологических требований к условиям внешней среды. Использовано наложение опытов на существующие промышленные насаждения плодовых культур, выращиваемых в различных агроклиматических зонах Республики Крым, проводились полевые исследования по определению биометрических параметров надземной части растений и их корневых систем, осуществлялась систематизация изменений климата в каждой зоне исследуемого региона с последующим сравнительным анализом пригодности для садоводства. Применён метод прогноза эффективности производственной деятельности с использованием разработанной полезной программы. Для определения достоверности результатов исследования все результаты экспериментов и наблюдения подвергались статистической обработке данных (вариационным методом параметрических данных, однофакторными и многофакторными дисперсионными анализами, однофакторным и многофакторным регрессионным анализом).

### **Положения, выносимые на защиту**

1. Методология исследований в системе «растение-среда» адаптивного садоводства и сравнительной оценки пригодности климатических и почвенных факторов территории для размещения плодовых и ягодных культур.
2. Теоретическое обоснование алгоритмизации формирования размещения и технологии выращивания плодовых и ягодных культур в зависимости от степени пригодности территории выращивания по основным агроклиматическим показателям.
3. Оценка экономической эффективности технологий выращивания плодовых культур в зависимости от интенсификации уровня адаптивности насаждений.

**Степень достоверности.** Достоверность полученных результатов подтверждена большим массивом данных, полученных климатических наблюдений, обработки многолетних полевых и лабораторных опытов, обработанных методами математической статистики на персональном

компьютере в программах MSExcel, Statistika 6,0. Экономические показатели, а также эффективность производства при внедрении различных элементов технологии адаптивного садоводства осуществлялась применением разработанной и запатентованной полезной программой.

### **Апробация результатов**

Результаты исследований проходили неоднократную апробацию.

Исследования получили поддержку грантом РФФИ в 2014 году Проект № **14-47-01560** «Оценка пригодности агроклиматических условий для выращивания плодовых культур» [168]. В 2017 году принято участие в конкурсе научных, научно-технических и конструкторских разработок с проектом: «Сырьевые насаждения плодовых культур в условиях дефицита орошения» в номинации «Лучший проект Академии биоресурсов и природопользования» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского».

Результаты исследований регулярно освещались на заседаниях кафедры плодовоовощеводства и виноградарства Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского» в виде ежегодных отчётов по науке и 14 конференциях: Международной научно-практической конференции «Направление и итоги сотрудничества науки и АПК» (Симферополь, 15-17 мая 2013 г.); «I научной конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов, студентов и молодых ученых», Симферополь, 2015 год, ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»; Международной заочной научно-практической конференции «Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика» (2015 г., г. Воронеж); Международной научно-практической конференции «Проблемы устойчивости биоресурсов и адаптивно-ландшафтного природопользования в различных экологических условиях» (Крым-Ялта 2015 г); LXII Международной научно-практической конференции «Инновации в науке» (Новосибирск, 2016 г); LXV Международной научно-практической конференции «Технические науки – от теории к практике» (Новосибирск, 2016 г.); II Научной конференции

профессорско-преподавательского состава «Дни науки КФУ им. В.И. Вернадского» (Симферополь, 2016 г.); XLII Международной научно-практической конференции «Наука вчера, сегодня, завтра» (Новосибирск, 2017 г.); XLIII Международной научно-практической конференции «Наука вчера, сегодня, завтра» (Новосибирск, 2017 г.); I Международной научно-практической конференции «Промышленность, сельское хозяйство, энергетика и инфраструктура: проблемы и векторы развития» (Санкт-Петербург, 2017); V-VI международной научно-практической конференции «Вопросы технических наук в свете современных исследований» (Новосибирск, 2018 г.); X Международной научно-практической конференции «Экспериментальные и теоретические исследования в современной науке» (Новосибирск, 2018 г.); Международной научно-практической конференции «Инженерное обеспечение промышленного садоводства – новый формат» (Мичуринск-наукоград, 12 сентября 2019 г.); Международной научно-практической конференции «Современные тенденции науки, инновационные технологии в виноградарстве и виноделии», MTSITVW 2022, Ялта, 2022 г.

**Публикации.** По теме диссертационной работы опубликовано 36 научных работ из них 11 статей в научных изданиях, рекомендуемых ВАК при Минобрнауки России, 4 монографии, 1 патент.

**Структура и объём диссертации.** Диссертационная работа содержит 337 страниц общего текста, 196 страниц основного текста, 21 таблица, 43 иллюстрации, 60 приложений, 425 использованных библиографических источников в списке использованных источников, в том числе латиницей – 206.

## **РАЗДЕЛ 1.**

### **ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ АДАПТИВНОГО САДОВОДСТВА В МИРЕ**

Садоводство является отраслью сельскохозяйственной науки, занимающейся изучением выращивания многолетних плодовых и ягодных культур [148, 204, 213]. Современные тенденции производства всего без исключения сельского хозяйства ориентируются на переход от сегментированного подхода, связанного с особенностями каждой страны, на территории которой выращиваются полезные для человечества растения, до технологического поточного производства [115, 172, 190]. На подобии других отраслей промышленности, в него включены систематизация всех технологических процессов и алгоритмы производства, которые могут лишь учитывать особенности почвенных и климатических отличий регионов выращивания, а также степени пригодности территории для каждой отдельной культуры либо её сорта. Такой подход называется – адаптивным и он в последние годы набирает всё большие темпы внедрения [209, 249, 255]. К сожалению, адаптивное сельское хозяйство на территории Российской Федерации пока не нашло широкого распространения и большинство учёных и технологов не владеют необходимыми знаниями и умениями по внедрению данных инновационных направлений хозяйственной деятельности [85, 126, 211].

Главной задачей сельского хозяйства является обеспечение населения, которое в последние годы во всём мире в значительной степени растёт, и превысило 8 млрд. чел., продуктами питания, промышленности сырьём для производства не только консервированной и переработанной пищевой продукцией, но также и фармацевтической, химической и других отраслей [260, 294, 308]. Однако, в большинстве стран степень развития сельскохозяйственного

производства в мире и нашей стране зачастую находится на уровне конца 19 столетия, то есть периода, в котором мировое население не превышало 1,5 млрд. чел. Это, естественно, не может обеспечить всей потребности значительно выросшей численности потребителей в качественных продуктах питания, что влияет на общие социальные показатели в отдельных странах, приводит их к зависимости от поставок пищевых продуктов из других, более развитых стран, таких как США, Канады, Германии, Нидерландов, Франции, Италии и др [139, 297, 307]. Такая зависимость может привести не только к увеличению уровня финансового порога благосостояния населения, но и к общему снижению потребления полезных продуктов питания. Так, в Российской Федерации по нормам потребления плодовой и ягодной продукции каждый гражданин должен потреблять не менее 100 кг в год, в то время, как по состоянию на 2016 год объём производства собственной плодовой и ягодной продукции не превышает 12 кг фруктов и ягод в год на человека. Естественно, что не достающий объём должен либо завозиться извне, что увеличивает зависимость населения от импорта, либо заставляет россиян вовсе отказаться от приобретения и потребления этой ценной для здоровья продукции.

Таким образом, наметились тенденции, побуждающие менять существующие подходы к выращиванию для повышения уровня производства плодов и ягод. С другой стороны, увеличение объёмов производства за счёт увеличения площадей не может себя оправдать из-за высокой степени насыщенности территории, пригодной для закладки садов и ягодников уже другими, не менее важными для государства сельскохозяйственными культурами [102, 193]. Необходимо изыскивать резервы для расширения ареала выращивания плодовых, ягодных и орехоплодных культур, увеличения интенсивности вновь закладываемых насаждений с целью увеличения продуктивности, а также внедрения новых сортов, позволяющих в каждой конкретной почвенно-климатической зоне получать высокие урожайности вне зависимости от влияния неблагоприятных условий окружающей среды [18, 69, 107].

Для решения стоящих перед садоводством задач современные производители, по наитию стараются внедрять наиболее успешные зарубежные технологии. Однако зачастую это может приводить к обратным эффектам, поскольку не учитываются особенности интродуцируемых сортов, а также технологий с точки зрения пригодности к местным условиям зоны выращивания [116, 133, 210].

Любой путь развития опирается на поступательном увеличении знаний в каждой отдельной отрасли и опирается на уже достигнутых результатах. Для более глубокого познания тенденций развития отрасли садоводства необходимо также внимательно изучить основные направления развития науки в данном направлении, используя ретроспективный и перспективный взгляд на имеющиеся и складывающиеся тенденции.

### **1.1. История развития промышленного садоводства**

Человек развивал садоводство ещё со времён собирательства. Именно в данный период начался условно искусственный отбор более приемлемых для потребления форм плодовых и ягодных культур. Дикие сородичи нынешних плодовых растений отбирались нашими предками по принципу наибольшей съедобности и лёгкости добычи плодов [380]. В местах стоянки древних людей, а также в зонах поселений людей располагаются зоны происхождения культурных видов, которые были описаны Н.И. Вавиловым [36, 38]. Человек не только отбирал более съедобные плоды, но и при накоплении и передачи опыта собирательства отбирались растения, дающие пригодные для употребления в пищу плоды, способные расти вблизи от мест стоянки, а также стабильно дающие урожай.

Следствием такого отбора и появились виды растений, которые мы сегодня называем полукультурными. Они отличаются высокой приспособленностью к условиям окружающей среды в месте их произрастания, а также способны давать съедобные плоды и до сих пор широко используются в пищу [95, 147, 153].

Впоследствии, с развитием орудий труда у человека появляется возможность заниматься земледелием, что в свою очередь привело к широкому размаху окультуривания растений. Для отобранных растений человек стал создавать наиболее оптимальные условия для роста и плодоношения, удаляя их конкурентов с полей. Начиная с этого периода, растения, попавшие в пищевую цепь человека, могут называться культурными видами. К примеру, род Груша (*Pyrus*), насчитывает более 120 видов, из которых считаются съедобными и широко используются только семь [34]. Остальные не представляют интереса для потребления. Так, груша уссурийская, считающаяся полукультурной (или полудикой) даёт мелкие и исключительно терпкие плоды, хотя и отличается экстремальной морозостойкостью, не доступной для других видов. Среди косточковых практически похожа на грушу история с видами сливы. В целом слива (*Prunus*) считается теплолюбивой, однако сибирские виды на фоне низкой съедобности плодов способны выдерживать температуры до минус 40 °С, что не доступно для других видов [11, 44, 49]. Персик (*Prunus Persica*) вообще в ходе окультуривания утратил своих диких сородичей, остались лишь полукультурные виды, которые также с успехом сегодня используются либо для декоративного строительства, либо для получения подвоев [208, 287, 293].

О промышленном выращивании плодовых и ягодных растений можно говорить, лишь начиная с периода формирования первых древних государств. В этот период потребности значительно увеличивающегося населения и расслоения общества на земледелов и не связанные с земледелием слоёв населения потребовало значительного увеличения не только увеличения продуктивности самих деревьев, но также и роста производительности труда.

Земледельцы начинают по наитию приходить к технологии монокультурных полей и насаждений, начинается понимание такого показателя как схема посадки и оптимальная плотность размещения растений исходя из их размеров. Ещё в древнем мире – Египте и Ассирии-Вавилоне начинается закладка основ научного садоводства [275, 311]. На сохранившихся фресках (Ванин, 1938) в храмах этих древних государств, а также на пергаментах и клинописных пластинах

описываются рощи плодовых деревьев, в которых показаны основные элементы современного садоводства – рядовое размещение растений, учёт рельефа участков, силы роста растений [42]. Также отображаются элементы систем ирригации и организации уборки урожая. В законах Хаммурапи, которые являются первыми сводами всех государственных законодательных актов Древнего Вавилона, описываются элементы налогообложения для садоводства, которые призваны стимулировать данную отрасль сельского хозяйства [381].

Именно в этот период появляется одно из чудес света – Висячие Сады Семирамиды, которые по сохранившимся описаниям орошались посредством каскадов фонтанов и перетекающих из уровня на уровень дренажных стоков из верхней точки висящих секций – в нижние [42]. Таким образом, в качестве обязательного элемента технологии уже несколько тысячелетий назад было введено орошение.

Однако следует отметить, что садоводство в тот период не носило массовый характер, обеспечивая потребности лишь элиты. Высшей точкой садоводства в период рабовладельческого строя можно отнести дачное садоводство Древнего Рима [312]. Именно в период расцвета Древнеримской империи в сельском хозяйстве начинается широкое внедрение различных форм растений одного вида, которые мы называем сегодня сортами, а также применяются элементы интродукции растений в регионы, в которых отдельные культуры не росли в естественных биоценозах. Так, в садах Лукулла [224] из Персии впервые были завезены деревья вишни, сливы и персика, которые впоследствии распространились в культурных посадках Европы. Поскольку подобные сады предназначались для знати, то растениям пытались придавать некие формы кроны, которые отличались повышенной эстетичностью, однако и проявляли повышенную продуктивность вследствие улучшения освещённости кроны. Также именно закладывались основы организации промышленного садоводства, которые сохранились до нынешнего периода. Для облегчения передвижения знати по саду строились дорожки, которые обрамляли как саму территорию, так и обеспечивали проход между массивами сада. Эту структуру

мы знаем, как поквартальная и внутриквартальная разбивка. Для лучшей обозреваемости самого сада практичные римляне располагали свои сады подобно своим городам-полисам – прямым размещением однотипных деревьев, что на сегодня называется рядовым размещением насаждений.

В эти периоды происходит заметное видоизменение большинства садовых культур [331, 358, 425]. Масса мякоти плодов в значительной степени, а зачастую в десятки раз увеличивается в сравнении с дикими сородичами. Так, плоды яблок, масса которых изначально могла составлять 2,5 г, увеличивают массу до 60...100 г [251]. При этом увеличивается в значительной мере и вариативность форм. Так, плоды груш, к примеру, могут делиться на формы грушевидной, вытянутой (удлинённой), или яблоковидных форм, а яблони от округлых до уплощённых и цилиндрических. Омечается усиление зависимости форм и сортов от деятельности человека и степени его воздействия на растения. Насаждения этого периода всё больше нуждаются в защите их человеком от вредителей и даже болезней [37].

Особо остро проблема значительной устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды становятся после увеличения миграции населения и, как следствие интродукции и экспорта-импорта продукции. Перемещение грузов и продукции сельского хозяйства, который имеет массовый характер, приводит к стимулированию миграции и инфекций, и вредителей. Они могут в значительной мере вредить тем растениям, которые ранее не встречались, а, следовательно, и не имеют генов устойчивости или механизмов сосуществования с негативными биотическими факторами. В садоводстве известно несколько таких примеров. К примеру, история распространения калифорнийской щитовки из узкой экологической ниши на Дальнем Востоке в Северную Америку, а затем дальнейшее её распространение во все агроклиматические зоны мира, где занимаются промышленным садоводством. Подобные примеры есть и по восточной плодовой жорке, Алёнке мохнатой, красной кровяной тле для яблони, а также многих других вредителей и болезней [247, 254].

При подобной интродукции развиваются болезни и вредители на тех видах плодовых растений и сортах, которые до того не формировались в ареале развития этих вредоносных факторов. Одновременно сам человек переносил сорта с высокими качественными показателями в зоны, к которым по своей экологической пластичности сорта не были приспособлены [392].

Так, сорта, которые выведены в тёплых зонах южной и западной Европы и были перенесены в сады западной и центральной России оказались не приспособленными к холодным зимам и высоким летним температурам [63, 122, 188]. Однако они продолжают выращиваться в силу своей известности.

## **1.2. Современные проблемы культивирования плодовых и ягодных культур**

Если в период становления сельского хозяйства садоводство носило в основном уровень аматорства, элитности и народного отбора, то при развитии производительных сил, как и все остальные отрасли, садоводство было поставлено на уровень промышленного производства [279, 376, 411].

Отдельные элементы технологий выращивания собираются вместе, что обеспечивает контролируемость получения плодов, ягод и орехов, при оптимальных для каждого периода развития общества производственных сил. Вводится принцип единообразия производства и товарности, чтоб удовлетворить не единичные запросы, а массовые [47, 262, 285, 329].

В период постепенного насыщения рынка продукцией всё большего количества населения становится необходимым перенимать новаторские идеи, перенятые от лучших производителей. С этого момента начинается конкурентная борьба производителей за рынки, а также реклама собственной успешности с целью привлечения большего количества потребителей. Естественно, что и другие производители стараются перенять опыт успешности лучших садоводов – выбирают сорта, технологии и даже отдельные приёмы,

позволяющие получить высокие урожаи при минимальной себестоимости производства [43, 105, 171, 198].

Этот подход позволил не только развить сортимент, распространить его и внедрить в широкое производство наиболее высокопродуктивные формы, но также изменил сами подходы интенсивности выращивания и эксплуатации насаждений плодовых [55, 128, 145].

Как отмечали исследователи, сады начали выращивать с учётом того, что главным стала не урожайность с одного единичного дерева, а выход продукции с единицы площади [33, 112, 226]. Ещё в 19 веке учёные (первые французы в Анжере, а далее английские в Ист-Моллинге) стали выбирать подвои для снижения силы роста деревьев. Так появилась целая серия сеянцевых подвоев со стабильным генотипом, обеспечивающего сдержанный рост, но также и сокращение непродуктивного периода у растений [265, 302]. Однако прорывным стало использование клоновых (вегетативно размножаемых) подвоев, которые сами не имеют ювенильного периода развития, а также они гарантируют точность по силе роста и управляемость самих растений по такому технологическому приёму, как удобрение растений [345].

Однако, внедрение новых интенсивных технологий предполагает и увеличение первоначальных инвестиций – капитальных вложений на создание таких насаждений. В итоге, если раньше дерево мог посадить и получать его плоды практически любой крестьянин, то с интенсификацией насаждений эта отрасль перешла в руки капиталистов или крупных сельскохозяйственных производителей [121, 137, 150].

Это со временем стало приводить к традиционности основных элементов технологии и внедрению новых, лишь по вынужденности обстоятельств, не приводящих к рывку в развитии производительных сил. К примеру, при появлении новых для каждого конкретного региона болезней, которые могут появляться не только при интродукции растений, а даже с неконтролируемыми производителям факторами (например, перемещение спор болезней на одежде путешественников), садоводы не стараются сразу подбирать сорта и формы,

отличающейся большей устойчивостью, а используют средства защиты растений [186, 207, 349].

Остановившись на данном примере, можно несколько развить тему. Используя средства защиты растений с определённой степенью эффективности против одного вредящего фактора, специалисты желают также легко избавиться и от других подобных вредоносных элементов. Учёные начинают создавать химические препараты для борьбы с болезнями и вредителями. Те, в свою очередь, в ходе конкурентной борьбы, постепенно приспосабливаются к действующим препаратам. Учёным в итоге приходится разрабатывать с каждым новым циклом всё более действенные химические реагенты [97, 201]. Создаётся специализированная химическая промышленность с оборотами в миллиарды и десятки миллиардов рублей (равно как и долларов или другой валюты) [33, 147].

### **1.3. Адаптивное садоводство с точки зрения реакции растений на факторы биосферы (окружающей среды)**

Интродукция сортов плодовых культур, которые получили широкое распространение в основных садоводческих зонах не всегда имела и до сих пор имеет удачный опыт. В новых зонах сорта могут не давать плоды удовлетворительного качества, а в некоторых случаях не дают урожаи вследствие несоответствия климата с экологическими требованиями устоявшегося в сортах генотипа [323, 343, 359].

Учёными ещё с конца 19 века предпринимались попытки адаптирования сортов к экстремальным условиям выращивания [92, 131, 175]. Бербанк в США пытался акклиматизировать широкий спектр плодовых, ягодных и орехоплодных культур к холодному климату, а также выводил сорта и формы с новыми хозяйственно-ценными качествами [273]. Так, выведенный им сорт персика Редхавен до сих пор считается одним из морозостойких среди распространённых сортов. Наравне с этим, им выведен сорт сливы универсального назначения – Стенлей, который отличается уникальной

экологической пластичностью и может выращиваться во всех зонах, где распространена в производстве слива [88, 123]. Кроме этого, им выведены сорта, которые широко используются в селекции при выведении новых сортов. Бербанк выбрал направление массового посева семян от первоначально выбранных родительских форм с последующим жестким отбором сеянцев по приспособленности к условиям местности. Это направление до сих пор используется в селекции. Однако оно значительно отличается от предыдущего этапа в выведении сортов. До Лютера Бербанка также осуществлялся массовый посев семян с последующим отбором, однако целенаправленного подбора материнской и отцовской форм не производилось.

Новый вектор в контролируемом скрещивании задал В.И. Мичурин [100]. Его работы были посвящены выведению сортов экстремальной морозостойкости с привлечением генотипа диких, морозостойких видов плодовых пород с уже распространёнными сортами. Оказалось, что участие диких форм в скрещиваниях действительно увеличивают морозостойкость, однако лишь с третьего или четвёртого поколения беккроссов или сибскрещиваниях удавалось получать плоды приемлемого конкурентного качества [94, 119, 178, 252]. Его достижения были широко известны во всём мире и востребованы. Так, сорта вишни и яблони селекции Мичурина после губительных морозов в Канаде не снижали урожайности в сравнении с местными сортами, которые либо сильно подмерзали, либо вовсе гибли [244, 377, 389]. Достижения этого выдающегося учёного по сей день используются в производстве. Так, многие сорта до сих пор используются в производстве северной зоны садоводства, допущены к выращиванию не только в России, но также в других странах, в том числе Канаде, северных зонах США, Финляндии и др.

Начиная с шестидесятых годов 20 столетия данное направление, в свете достижений генетики плодовых культур получило новое направление – выведение сортов с генетической устойчивостью к болезням, а иногда и вредителям [113, 129, 154]. Это в целом значительно сокращает затраты производителей фруктов на средства защиты растений при сохранении высокой

продуктивности насаждений и качества продукции. Так, во Франции совместно с другими европейскими странами проводилась программа «СООР», по выведению сотов яблони с генетической устойчивостью к парше. Новые формы содержали гены, полученные от дикой яблони обильноцветущей (*Malus Floribunda*). Их рекомендовалось использовать для производства плодов, использующихся исключительно для сырьевого садоводства. То есть, для технологизации производства узконаправленной продукции. При этом продукты переработки будут иметь меньше вредных веществ и соединений средств защиты растений, остающихся на поверхности или в мякоти плодов [60, 106, 184].

Подобно приведённому примеру на яблоне это направление применяется и для выведения сортов других культур. Так, в Украине, селекционером Копанем В.П., были выведены сорта смородины, крыжовника, земляники, груши, содержащих гены устойчивости к болезням и отличающихся высокой степенью экологической адаптивности к условиям выращивания [120].

Однако лоббирование интересов химической промышленности и в целом сопутствующего производства, обеспечивающего тенденции высокоэффективного производства приводит к тому, что новаторские, а зачастую и прорывные направления не находят поддержки. Как уже упоминалось, сорта, отличающиеся устойчивостью к болезням, приведут к снижению потребления средств защиты растений, что естественно снизит заказы химической промышленности на их производство. Так же, насаждения, отличающиеся высокой степенью устойчивости в грунте, не будут требовать шпалерной опоры, что значительно сократит зависимость садоводства от данного сегмента экономики [149, 225, 243]. Расширение же ареала садоводства, позволит, в перспективе, максимально удовлетворить потребность населения в плодах, что может в капиталистическом обществе привести к перепроизводству, и, как следствие, снижению цены на продукцию садоводства.

Однако с промышленным производством и интенсификацией становится проблематика контролируемого получения продукции с максимальной

механизацией основных технологических процессов, которые до сих пор относились к сфере ручного труда. В плодоводстве это обрезка деревьев и уборка урожая. Основные направления механизации данных процессов сводятся к применению контурной обрезки деревьев и уборки урожая плодуборочной техникой (комбайнами) [21]. Для таких садов – сырьевого направления не является принципиальным качество собранных плодов – они будут переработаны. Главное для таких насаждений получение максимально большого урожая, соответствующего требованиям по пищевой ценности [135, 220].

Поэтому становится необходимым провести систематизацию технологий выращивания плодовых культур и разработать рекомендации по созданию новых насаждений с учётом высокопродуктивных конструкций с использованием современной техники. Кроме этого, следует обратить внимание на приспособленность сортов к местным условиям выращивания для каждой агроклиматической зоны.

#### **1.4. Почвенные условия, лимитирующие развитие и продуктивность садовых культур**

Несколько позже создания новых типов сортов учёные садоводы начали изучать пригодность территории для закладки садов [176, 196, 218]. Это направление позволяет найти зоны и микрзоны, пригодные для закладки многолетних насаждений по почвенным и климатическим параметрам.

Исследования в данном направлении достигли больших успехов по изучению пригодности почвенных условий [157, 228]. Известно, что плодовые культуры в подавляющем большинстве случаев выращиваются в привитой культуре с относительно ограниченным кругом подвоев, экологические требования которых хорошо изучены [155, 242, 264]. Зная требования подвоев к почвам можно подготовить территорию таким образом, чтобы растения развивались без стресса и обеспечивали высокую продуктивность в период всего своего жизненного цикла.

*Глубина корнеобитаемого слоя*, осваиваемая деревьями плодовых культур, может колебаться в очень широких пределах и быть зависимой от силы роста подвоя, его происхождения, а также влияния сорта, привитого на этот подвой [13, 231].

В последние годы ведётся большая работа по мелиоративным мероприятиям низко плодородных почв, к которым относят маломощные, в основном сформированные на осадочных породах, а также горных шиферных почвах [89, 214, 399]. Так, обоснована возможность выращивания яблони на галечниках землеванием (заполнения корнеобитаемого профиля искусственным или специально подготовленным грунтом), с оптимизацией орошения и минерального питания, в соответствии с потребностями растений [23, 24]. Исследования показали, что многолетние насаждения в опытах с разной мощностью пахотного (окультуренного гумусового) горизонта в условиях с разным уровнем залегания галечников при орошении и поддержании оптимальной для растений влажности почвы с одновременной фертигацией показывали почти равные показатели роста, развития и продуктивности насаждений [101].

*Мощность гумусового горизонта почвы*, сегодня не может считаться основным показателем пригодности территории для закладки садов [114]. Однако, в устаревших научных трудах известных учёных описываются фактические показатели корреляции положительной направленности этого критерия с урожайностью насаждений яблони. Так, по исследованиям И.И. Середы, в зависимости от концентрации гумуса в почвах для насаждений яблони могут разделяться на такие группы [138]:

- высокоплодородные, с общим содержанием гумуса выше 332 т/га;
- хорошего качества – 223-327 т/га;
- среднего – 114-218 т/га;
- с низким плодородием – менее 109 т/га.

Эродированные почвы имеют сравнительно низкий уровень плодородия почв и требуют серьёзной работы по их восстановлению или подбору

почвозащитной технологии выращивания насаждений. По результативным данным учёного В.Ф. Валькова [40, 41], слабосмытые черноземы в сравнении с неэродированными, обеспечивают продуктивность (в случае применения для посадки садов семечковых культур) на 14 %, среднесмытые – на 26 и сильносмытые – на 37 %. Следует обратить внимание, что ряд других учёных считают, что сам гумус и его роль должны подлежать оценке по-другому [197, 336, 368, 407]. Особенно если учесть, что в почвах имеются свойства, которые оказывают отрицательный эффект на продуктивность насаждений. Blumwald, E., Aharon, G.S. and Apse, M.P. (2000) считают, что при оценке высококарбонатных почв, важную роль может играть толщина гумусового слоя [237]. Е.Г. Бисти подчеркивает, что яблоня меньше испытывает хлороз в том случае, если гумусовый горизонт имеет толщину не менее 60-65 см для насаждений с использованием карликовых и среднерослых подвоев [26]. Однако, в исследованиях М.А. Кочкина установлено, что скелетные почвы с мощностью гумуса уже в пределах 40-60 см пригодны для закладки сада яблони [126].

Проведённые эксперименты в садах Крыма подтверждают положительно оказанное влияние мощности гумусового горизонта на урожайность многолетних насаждений. На почвах с высоким уровнем активной карбонатности отмечалось лучшее состояние деревьев при условии увеличения мощности гумусового горизонта (в пределах от 20 см для карликовых подвоев и 100 см для сильнорослых) [125].

На скелетных почвах в Крыму, при изменении мощности гумусового слоя в границах 42-70 см отмечается зависимость улучшения общего и фонового состояния деревьев с учетом увеличения его мощности. В садах такая закономерность подтверждена статистической обработкой полученных результатов. На почвах с низким уровнем плодородия весомым фактором может быть не только гумусовый горизонт, но и содержание органики [98]. Особенно важным этот показатель является для почв, сформированных на песках.

*Скелетность почв.* Включения в виде камней или галечника, а также шиферность, представленные горными осадочными породами, могут в

значительной мере, и не всегда положительно, оказывать влияние на продуктивность многолетних насаждений. При высокой их концентрации могут значительно ухудшаться водный и минеральный режимы питания растений. Публикации подтверждают различные уровни влияния скелетности почв под нормально развитыми (низкий уровень включений) и угнетенными деревьями (высокий) [230]. Подобная изменчивость отмечается как в целом по насаждениям, так может проявляться и мелкоделяночно (на отдельных деревьях внутри благоприятно плодоносящего массива сада). Так, в одном орошаемом саду на территории Белогорского района насаждения яблони сорта Ренет Симиренко (на сеянцевом подвое лесной яблони) возрастом 20 лет отличались нормальным ростом, и достигали урожайности 254 ц/га. На данной территории содержание скелетных включений достигало: в слое 0-50 см – 17 %, а в слое 50-100 см до 38 % от их почвенного весового объема. На другой деланке, где концентрация скелетных включений по слоям 37 и 58 % значительно снижало продуктивность деревьев до 83 ц/га.

Данные примеры показывают, что является бесспорным влияние скелетных включений на продуктивность насаждений яблони, а о концентрации скелетных образований, которые способны негативно влиять на физиологическое состояние деревьев и снижение продуктивности насаждений. Эти условия в первую очередь зависят от увлажнения территории в основном при помощи орошения [258].

Установлено, что чем выше сумма осадков, тем при большей концентрации скелета могут нормально плодоносить насаждения [266]. В сравнительных опытах наблюдается не настолько тесная взаимосвязь между содержанием скелетных включений в слоях от 50 до 100 см и состоянием деревьев в промышленных насаждениях яблони [261].

Зачастую небольшая мощность корнеобитаемого слоя из-за неглубокого залегания у поверхности материнских пород сопровождается увеличением осадочных (скелетных) включений. Как известно, чем глубже залегание уплотненных пород, тем ниже степень скелетированности почв [277]. На этих

почвах у большинства пород деревья подвергаются их комплексному влиянию. Изменения окружности штамба, которые отражают ее зависимость от влияния почвенных факторов, показывает, что при увеличении уровня скелетированности почв улучшение почвенных условий эксплуатации территории может компенсироваться увеличением мощности гумусного корнеобитаемого слоя. Увеличение уровня содержания щебня в почвах до 32 % в слое 0-50 см может компенсироваться углублением корнеобитаемого слоя культуртехническими и мелиоративными мероприятиями до 145 см. Подобная закономерность намного менее выражена, в тех условиях, при которых увлажнение лучше, вне зависимости от того, каким образом они созданы – помощи орошения или за счёт естественных осадков. Так, в одном хозяйстве Белогорского района, сад которого характеризовался намного более благоприятным водным режимом, в сравнении с насаждениями, расположенными в Черноморском районе, данная закономерность оказалась наиболее выраженной.

*Уровень или концентрация поглощенных оснований* чаще всего воздействуют негативно, особенно, в случаях, при которых в их составе наибольшую концентрацию имеют поглощенный натрий [25, 276, 394]. Поглощенный почвенно-поглощающим комплексом натрий, а в некоторых случаях и магний, напрямую влияют на увеличение щелочности и бесструктурности либо появления так называемого «заплывания» почв [290, 350, 387, 393].

*Карбонаты кальция* оказывают весомую роль в жизни подавляющего большинства плодовых культур. Недостаток и избыток кальция, особенно в подвижной форме негативно влияют на деревья и сформированном урожае плодов. Влиянию дефицита кальция как важного элемента минерального питания, многие десятилетия не уделялось особого внимания учеными садоводами и агрохимиками. Исключение могли составлять лишь опыты, закладываемые на территории Крыма. Это обусловлено, по нашему мнению, с тем, что дефицит в растениях кальция зачастую отмечается лишь в почвах с

кислой реакцией и он относительно легко устранимый внесением в почву содержащих кальций химических соединений (мелиорантов или удобрений). Известкование почв с сильно кислой реакцией среды, как агротехническое и мелиоративное мероприятие на практике достаточно распространено. В последнее время это мероприятие включено в государственные программы по улучшению почвенных условий земель сельскохозяйственного назначения. При этом, в целом снимается вопрос о дефиците общей (базовой концентрации) кальция для насаждений плодовых культур.

Учёными садоводами большее внимание уделено на реакцию растений плодовых культур к высокому содержанию активных карбонатов кальция в почвах. При этом само понимание «высокое», в различных зонах садоводства отображается при различных количественных и качественных уровнях. Для большинства плодовых культур невысокие количества  $\text{CaCO}_3$  в почвах являются приемлемыми. Стимулирующее влияние карбонатов кальция наблюдают до уровня, который у многих культур, в том числе и для плодовых, находится в пределах 5...15 %.

В процессе более детального исследования различно оценивается пригодность почв с относительно высокой карбонатностью, для закладки садов. Так, в ходе исследований в Краснодарском крае, а также других регионах с подобными почвенными условиями, были отмечены угнетение роста растений, визуально определяемое проявление карбонатного хлороза при концентрации активной извести 5-20 %. При этом, исследователями П.А. Баданиным, Н.А. Давыдовым, Г.И. Семеновичем и Г.А. Салминаой в Поволжье, а также Е.Ф. Молчановым установлено, что деревья яблони могут развиваться и плодоносить без явных признаков хлороза и угнетения растений даже при 30-70 % активных карбонатов в почве [15, 189].

Имеющиеся данные лишь подтверждают различную реакцию у привойно-подвойных комбинаций яблони на концентрацию извести в почвенных горизонтах. В разных условиях под пораженными хлорозом деревьями уровни концентрации извести могут сильно отличаться. Во всех случаях эти отличия

считаются пока статистически недоказанными в силу избыточной многофакторности взаимодействия почвы с растением. Нет достоверной зависимости между урожайностью насаждений плодовых культур и концентрацией  $\text{CaCO}_3$  в почве [337, 348]. Отсутствие прямой зависимости объясняется тем, что карбонаты могут запускать механизм появления хлороза и физиологического угнетения деревьев лишь при других, сопутствующих факторах. Такими факторами или триггерами Е.Ф. Молчанов считал повышенный уровень влаги в почве на фоне пониженной температуры, уровни плотности почвы и подпочвенных корнеобитаемых горизонтов, низкие концентрации органики и малую мощность окультуренного гумусового горизонта, а также некоторые другие факторы. Л.Б. Подгорняк дополнительно считает важным условия увлажнения — ведение садов по богарным или орошаемым технологиям и глубины залегания слоев, содержащих активные карбонаты в почве.

В целом, при оценке почв для оптимального размещения плодовых культур больше необходимо уделять внимание концентрации так называемой «активной» извести. Ранее этот показатель больше применялся для оценки реакции крупнокосточковых плодовых культур, таких как — персика, привитого на сеянцах персика, алычи, сливы и черешни. В более глубоких слоях ее зачастую намного больше отмечается под деревьями, имеющими отклонения от нормы. Однако данные различия, с увеличением степени хлороза от глубины высококарбонатного слоя статистически недостоверны [151, 278, 351, 409]. Вероятно, этот показатель навряд ли может использоваться в Крыму для оценки почвенных условий выращивания и закладки новых насаждений плодовых культур.

В последние десятилетия для оценки пригодности высококарбонатных почв для закладки садов используют активность ионов кальция. Jeong, J. and Connolly, E.L. (2009) отмечали хлороз у деревьев при уровне 8,73 мэкв/л и практически его полное отсутствие при концентрации ионов кальция до 3,81 мэкв/л [314]. В целом, активность ионов кальция выше на территории, где

наблюдаются угнетенные или пораженные хлорозом деревья. Однако, такие различия в разных регионах садоводства и типах почв также не имеют единых критериев. Это подтверждают результаты корреляционных зависимостей, полученных учёными, при которых степень поражения хлорозом от концентраций ионов кальция в почвенном растворе не является достоверной ( $r = 0,18$ ).

Отмечено, что во всех описанных случаях наблюдается позитивное влияние мощности гумусового горизонта, а также его концентрации при оценке пригодности высококарбонатных почв для закладки сада [19, 321, 356, 421].

Установлено, что пригодность почв для насаждений должна основываться на учете концентрации активных карбонатов, гумуса, активности ионов кальция, а также мощности гумусового горизонта [304]. Учёный Л.Б. Подгорняк считал важным включать в учёт глубину залегания карбонатов, если она попадает в уровень корнеобитаемого слоя, содержание нитратов или других подвижных по почвенному профилю доступных для корней растений соединений этого элемента. При орошении дополнительно следует учитывать содержание натрия и магния в почве и в поливной воде.

В публикациях отмечена ведущая (если не главная) роль биологических особенностей подвоя, сорта, а также их комбинаций на продуктивность насаждений, высаженных на территориях с высоким содержанием активных карбонатов [90, 227, 267]. Отмечено, что проводимые исследования весьма большого количества привойно-подвойных комбинаций у яблони позволяют установить, что хлорозоустойчивость и урожайность деревьев могут значительно варьировать.

Установленные в ходе экспериментов максимальные показатели, влияющие на хлороз растений, могут превышать стимулирующие развитие деревьев почти на порядок. Так, пригодность почв с высокой карбонатностью почв (как, впрочем, и других) должна подбираться для каждой привойно-подвойной комбинации [379]. Плодородие таких почв может быть увеличено применением специальных агротехнических и мелиоративных мероприятий, а

рекомендации по приемлемому для закладки многолетних насаждений содержанию карбонатов и других параметров почв с высокой карбонатностью должны группироваться в зависимости от комплексной устойчивости привойно-подвойных комбинаций.

*Величина рН*, на территории Крыма в основном обусловлена наличием в почвах карбонатов. Этот показатель значительно влияет на рост и урожайность многолетних насаждений и других сельскохозяйственных растений [385]. Уровень рН зачастую коррелирует с суммой и составом щелочных и физиологически щелочных (кислых) соединений. Кроме уровня рН следует учитывать состав и концентрацию щелочных (кислых) солей, особенно при которых уровень рН выше 8,0-8,2. В таком случае, оценку почвы для выращивания плодовых культур в зависимости от величины рН необходимо считать в большей мере как ориентировочную. При уровне рН близкой к критическим значениям для развития культуры, необходимо проводить детальный анализ количества солей, способных напрямую влиять на реакцию почвенной среды.

Высокий уровень рН, считается вредным независимо от их размещения по почвенному профилю в слое 0-3 м. Следует отметить, что реакция почвы оказывает тем более сильное влияние, чем в более высоком профиле он наблюдается. Это связано с комплексом полезных свойств почв, напрямую влияющих на развитие корней деревьев. Принимая во внимание низкую подвижность этих веществ, изменчивость их содержания и мощность почвенного слоя, в котором они распространены, возможны взаимодействия в почвенной системе «физиологически щелочные соли — привойно-подвойная комбинация плодового дерева». Так, предельно допустимые концентрации карбонатов магния, а также величина рН (8,8) в плотных почвенных горизонтах в сравнении с рыхлыми гораздо более высокие [151]. Установлено, что, как правило, в переуплотненных слоях почвы всасывающие корни могут отсутствовать, при этом нормальный рост деревьев яблони наблюдается до 25-

30 лет, что в современных садах на карликовых подвоях превышает жизненный цикл самого сада.

С.Ф. Неговелов и В.Ф. Вальков считают приемлемым для закладки насаждений яблони до уровня рН почвы 8,6. При этом гибель деревьев яблони может отмечаться на почвах при уровне рН, достигающей 9,0-9,4, а неудовлетворительный рост и низкая, экономически неэффективная урожайность – при рН в пределах 8,8-9,0. Удовлетворительными уровнями можно считать рН в пределах 8,6-8,8 [326]. По некоторым данным, рост яблони может угнетаться, если уровень рН в слое выше 8,0 [16, 192, 272, 320]. Яблоня обычно нормально развивается в пределах рН почвы 7,2-7,7 [58, 194, 346, 423].

### **1.5. Лимитирующие климатические условия выращивания плодовых культур**

Кроме почвенных условий, необходимо учитывать в развитии плодовых и ягодных культур климат и отдельные его элементы [79, 177, 338]. Изучение его влияния на многолетние культуры началось с самого становления садоводства как отрасли [283, 324]. Однако, именно в последнее время оно приобрело важное значение, поскольку как основной элемент входит в направление создания адаптивного садоводства [91, 109, 140].

Факторов, влияющих на рост и развитие растений, относящихся к климату достаточно большое количество [206, 235, 240]. Многие из них, как элемент атмосферных условий, являются стабильными и влияют равномерно по всей планете – это, в первую очередь, состав атмосферы, а в частности, концентрации углекислоты и кислорода [383, 419]. Другие же факторы влияют напрямую и могут меняться в зависимости от рельефа, географического положения и даже некоторых антропогенных факторов [256, 268, 369].

Наиболее значимыми являются следующие из них [195, 270, 353]:

- суммы активных температур;
- продолжительность теплого (вегетационного) периода;

- суммы осадков;
- влажность воздуха;
- максимальные, средние и минимальные температуры воздуха с их абсолютными максимумами и минимумами.

В зависимости от этих факторов различные культуры, их виды, и даже группы сортов могут вести себя по-разному [182, 340, 355].

В последние десятилетия, изучение климатических факторов с точки зрения их влияния на растения приобретает фундаментальный характер [245, 357, 384]. Проводятся не только полевые исследования, направленные на интродукцию перспективных и востребованных культур и сортов, но также изучаются потенциальные возможности самих территорий с целью расширения ареала их распространения в благоприятных для роста, развития и продуктивности условиях [158, 257, 354].

Если ещё в начале двадцатого столетия В.И. Мичурин, занимаясь интродукцией плодовых растений, для изучения их экологической пластичности подбирал территории, где в те времена они не могли расти, тем самым осуществлялся принцип акклиматизации и селекционного отбора. Сегодня, в первую очередь, проводятся исследования по экологической пластичности самих сортов, а в дальнейшем осуществляется прогноз о возможности их переноса на новые территории [335, 360, 418].

Несмотря на относительную сложность восприятия современного подхода, он является намного менее ресурсоёмким и затрачивает значительно меньше времени на внедрения в новый ареал растений, ранее там не выращиваемых [284, 361, 414].

*Сумма активных температур.* Этот показатель считается важным фактором обеспеченности территории теплом, способным гарантировать получения нормального урожая выращиваемых растений [362]. Как правило, именно по данному показателю судят о том, можно в принципе выращивать или нет выбранные культуры на каждой конкретной местности. Этот агрометеорологический и агроклиматический показатель, который был одним из

первых включён в учёт климата для сельского хозяйства. Для простоты учёта исследователями было произведено условное разделение показателя сумм температур на суммы выше  $0^{\circ}$ ,  $5^{\circ}$ ,  $10^{\circ}$  и  $15^{\circ}\text{C}$  [2, 12, 180]. Первая применяется для травянистых растений, как правило, холодостойких злаковых, а также некоторых других, способных расти или происходящих из субарктического климатического пояса. Температуры выше  $5^{\circ}\text{C}$  уже могут применяться для всех полевых и пропашных культур, а также, в плодоводстве, для кустовых ягодных культур, таких как малина и смородины чёрная и красная с их разнообразными видами. Для большинства многолетних культур умеренного климатического пояса применяются суммы активных температур выше  $10^{\circ}\text{C}$  [159]. Этот же показатель используется и для большинства плодовых культур, кроме тропических и субтропических. Для этих растений необходима более высокая температура активации начала вегетационного периода, поэтому учёт ведётся, начиная с  $15^{\circ}\text{C}$ .

Следует отметить, что изначально суммы активных температур выбраны как сугубо условный показатель и были сразу приняты как усреднённые данные, в целом не учитывающие реальные температуры активации процессов генетической приспособляемости растений к климатическим условиям [233, 239, 253]. Каждая отдельная культура, вид, и даже сорт могут иметь свою температуру активации биологических процессов [263, 271, 280]. Это прослеживается в трудах Вавилова и более поздних исследователях, которые указывали не только напрямую влияние условий центров происхождения культур, но также и зон выведения новых сортов при последующем их отборе [39, 363].

Так, если до 40-х годов двадцатого столетия персик вообще считался субтропической культурой, то в ходе акклиматизации, проводимой в СССР, США, Канаде и других странах эта культура, а именно персик обыкновенный, стала считаться породой умеренного климатического пояса [292]. Однако, температуры активации растений в целом не поменялись лишь из-за того, то её перевели из одной категории в другую. С другой стороны, абрикос, несмотря,

что для него учитывается сумма температур выше  $10^{\circ}\text{C}$ , начинает развиваться при температуре  $7,6^{\circ}\text{C}$  и может нормально пройти некоторые фенологические фазы вплоть до начала цветения именно при такой температуре [205, 215, 221]. Это говорит о необходимости детального изучения активирующих температур в разрезе каждой отдельной культуры, вида, а, возможно, и групп сортов относительно центров их происхождения [282].

Сам учёт сумм активных температур своеобразен и достаточно сложен. Главное в логике его расчёта, по мнению климатологов, является то, что активными температурами становятся только те, которые обеспечивают непрерывное накопление среднесуточных температур, равное или превышающих выбранное значение. При этом непрерывность гарантируется промежутком между накопленными температурами не более пяти суток.

Этот момент другие учёные считают дискуссионным, поскольку в некоторых климатических зонах могут появляться периоды охлаждения воздуха на большие промежутки времени [412, 417, 424]. При этом сами растения уже могут получать определённое развитие вегетирующих органов [330]. Данная негибкость в расчётах не исправляется с самого начала использования показателя.

В ходе исследований биологического развития растений относительно сумм активных температур были найдены параметры для каждой отдельной культуры, которые приводятся в подавляющем большинстве публикаций, связанных как с выращиванием отдельных пород растений, так и агроклиматических трудов [386, 391, 395]. Необходимо отметить, что в большинстве случаев приводятся показатели, отображающие необходимость накопленного тепла, начиная от перехода температуры выше ограничивающего значения температур до момента созревания урожая и наступления момента технической зрелости [327].

В то же время, для многолетних растений не только необходим период до созревания плодов, но, также необходимы значения температур, обеспечивающих нормальное прохождение вегетационного цикла и всех

фенологических фаз, не только до уборки урожая [240]. Следует также ориентироваться и на период подготовки растений к зиме [124, 286, 408]. Для плодовых и ягодных культур это завершение одревеснения зелёных частей растений, обеспечение оттока пластических веществ из листьев к месту накопления и переход в запасающие формы [216, 406]. К сожалению, подобные наблюдения отображаются в литературе крайне редко, а в подавляющем большинстве случаев вообще не указываются.

В связи с такой ошибочностью выбора и учёта сумм активных температур известны случаи неудачной интродукции отдельных сортов, которые отображены в литературе [54]. Так, при попытке акклиматизировать к условиям Крыма сорта яблони Антоновка обыкновенная было установлено, что в ареале выращивания он является раннезимним, в то время как на новом месте показал себя летним, дающим посредственные, кислые по вкусовым качествам и не отвечающие товарности плоды. Подобно этому современный сорт яблони Пинк Леди, который считается позднезимним и по суммам температур может выращиваться в Крыму, в большинстве районов Республики не успевает полностью закончить свой вегетационный цикл и уходит под зиму в облиственном состоянии.

С другой стороны, ещё в весенний период раноцветущие породы могут начать вегетацию в период провокационных оттепелей, зацвести, а в дальнейшем, при прохождении возвратных холодов и заморозков потерять весь урожай [156]. При этом сами суммы активных температур накопятся в достаточном количестве. Так, абрикос и миндаль в Крыму практически ежегодно попадают под заморозки и лишь в отдельные годы способны сформировать полноценные урожаи [86, 104, 181].

Следовательно, суммы активных температур, не смотря на важность для производителей, не всегда являются надёжным показателем, который может включаться в программирование урожаев как основной элемент, гарантирующий надежное достижение плановой продуктивности насаждений. Для большей детализации необходимо учитывать и другие климатические показатели, такие

как возможность временного снижения температуры, приводящие к повреждению генеративных органов растений.

Наравне с суммами активных температур принимается в расчёт также и *продолжительность вегетационного периода*. Это временной промежуток, отображающий протяженность непрерывного накопления активирующих температур, за который возможно прохождение всего вегетационного цикла растений [53]. На введение этого параметра логично настаивали климатологи и садоводы-исследователи, которые оценивали прохождение фенологических фаз в растениях [342, 370]. Особенно важным является этот показатель для многолетних растений. Ведь в большинстве случаев фенологические фазы должны проходить в оптимальных температурных условиях. А суммы температур вместе с продолжительностью вегетации показывают, насколько теплообеспеченным может быть сам этот период для растений [401]. Однако, определённых моделей, коэффициентов гармоничного объединения сумм активных температур и продолжительности вегетационного периода нет до сих пор. Так, известно, что некоторые плодовые и ягодные культуры могут активно развиваться в различных температурных режимах, которые напрямую связаны с климатом места происхождения растений. К примеру, смородина чёрная практически полностью прекращает развиваться при превышении температуры воздуха выше 27 °С, а яблоня южного происхождения типа сорта Голден Делишес останавливает свои ростовые процессы при переходе среднесуточных температур за 32 °С. Если получится, что не только в отдельные дни, но также и в целом средние температуры воздуха в период вегетации будут приближаться к данным значениям, то растения не смогут пройти нормальный цикл вегетационного роста и развития и даже могут погибнуть [341, 344, 413].

*Количество осадков* показывает обеспеченность территории водой, сложившиеся в естественных условиях [347, 388, 396]. Зачастую их интенсивность не равномерна по месяцам и значительно отличается от тех условий, которые сложились в местах происхождения видов, а также центрах выведения сортов. Для определения территории влагой разработан

гидротермический коэффициент (ГТК), который показывает соотношение между приходящими осадками и теплообеспеченностью в период вегетации. Чем ниже коэффициент, тем более засушливой считается территория [56, 310, 397]. В таких условиях необходимо применять орошение для получения стабильных урожаев [317]. С другой стороны, чем он выше, тем большая вероятность проявления затопления или временного переувлажнения почвы, что может привести к асфиксии корневой системы и для решения этого вопроса необходимо проводить подбор подвоев, способных выдержать такие условия, а в более сложных условиях (продолжительное заболачивание) проводить мелиоративные мероприятия по водоотведению [420].

Так, опытные участки Крымской опытно-селекционной станции (Краснодарский край, г. Крымск) с целью понижения уровня грунтовых вод оборудованы дренажными стоками. В противном случае грунтовые воды могут достигать уровня залегания до 50...70 см, что критично даже для клоновых подвоев с их неглубоко залегающей корневой системой, выведением которых занимаются в этом научно-исследовательском учреждении.

Для большинства плодовых культур проводились поиски оптимальных показателей ГТК, однако в различных источниках они имеют очень большие размахи и не могут достоверно использоваться во всех без исключения зонах садоводства [289, 405].

В Институте садоводства Украинской академии аграрных наук, была разработана база данных метеорологических наблюдений по сети опытных станций, находящихся в подчинении этого НИИ. В ней проводился учёт ГТК не только за весь вегетационный период, но также и по месяцам вегетации [28, 32]. Учёные Института считают, что учёт колебаний ГТК за определённый период более точно может отображать комфортное, бесстрессовое состояние растений, обеспечивающее их нормальное развитие [29, 31, 305].

Установлено, что растения, центры происхождения которых более холодные, лучше развиваются в зонах с высоким ГТК. В это же время виды, произошедшие в Африканских странах, зоне малой и средней Азии требуют

несколько более низкого показателя ГТК [318, 400]. При высоких его показателях, они, вследствие интенсивного развития вегетативной массы могут снижать общую продуктивность на фоне мощного роста.

Следует отметить, что нововведение по использованию ГТК для определённых календарных периодов было в целом встречено учёными садоводами положительно, в то время как агрометеорологи выступили с резкой критикой, мотивируя это тем, что формулы не предполагают учёта данного коэффициента относительно краткого промежутка времени, а должны учитываться в целом за вегетационный период [313, 319]. Проводимая дистанционная и не связанная публикациями в одних конкретных источниках дискуссия ведётся без точной аргументации ни с одной стороны, ни с другой [298, 306, 316].

Главное, что показатель ГТК отображает в целом обеспеченность водой в зависимости от обеспеченности территории теплом, способным активизировать ростовые процессы [334].

Некоторые учёные вообще предлагают отказаться от ГТК как такового, который в большинстве случаев не способен показать бесстрессовость роста и развития растений, отобразить критические периоды в развитии растений, которые могут в целом компенсироваться орошением и использовать сравнительный анализ между приходящей влагой и её испарением. Такой принцип был разработан за рубежом [223, 236, 238] и нашел развитие в Институте орошаемого садоводства (г. Мелитополь, Украина) [111]. Учёные этого НИИ обосновали, используя специальные формулы, показатель испаряемости влаги на территории, используя влажность воздуха, его среднесуточную температуру за любой период времени, а также приходящую влагу [117, 179, 200]. Приходящая влага может быть не только в виде естественных осадков, но также и в виде орошения. В первую очередь, такой подход коренным образом меняет восприятие обеспеченности территории осадками, поскольку в современной концепции садоводства при любых технологиях считается необходимым стабильное орошение. С другой стороны,

становится возможным проводить оценку водного баланса территории, обеспечивающий интенсивный рост, развитие насаждений и получение гарантированного урожая. Также для каждой территории проводится поиск оптимальных сроков начала и окончания орошения, а также рассчитываются лимиты на оросительную воду, что особенно необходимо в засушливых зонах.

Несмотря на открытость данных публикаций отечественное промышленное садоводство не заинтересовалось данным подходом и использует ручное управление водными ресурсами. Это зачастую ведёт к нерациональному использованию поливной воды, а, в некоторых случаях, к затоплению территории и потерям самих садов вследствие избыточного орошения.

*Влажность воздуха* в целом игнорируется садоводами, но имеет не менее важное значение для самих растений, чем прочие климатические факторы [366]. Даже в агроклиматические справочники для садоводов этот показатель, как правило, не включается. Однако ещё в трудах Мичурина, Симиренко, Бербанка и др. указывалось, что именно влажность воздуха напрямую влияет на засухоустойчивость растений, а в зонах с низким количеством осадков регулирует интенсивность плодоношения. Так, по наблюдениям Копаня В.П. смородина чёрная не может нормально развиваться и плодоносить в засушливых регионах со среднемесячной влажностью воздуха ниже 60 %. Посадки его высокожаростойких сортов в зоне города Севастополя на второй год гибли вследствие гидротермического ожога листьев и преждевременного листопада в периоды с критически низкими показателями влажности воздуха ниже 30 %.

Близкие результаты по отдельным сортам груши, особенно французской селекции получала Бабина Р.Д. на Крымской опытной станции садоводства, а также Иванов В.Ф. [99]. Особенно ярко выраженный гидротермический ожог наблюдается такого сорта как Вильямс летний и его клона Вильямс красный. Листья этих и других сортов груши в период высоких среднесуточных температур и низкой относительной влажности воздуха темнеют и впоследствии опадают. При этом плоды перестают развиваться, не дозревают и не достигают кондиционных качеств. Почти за сотню лет до этих наблюдений о подобной

особенности отдельных сортов, видов и культур писал и Л.П. Симиренко, и В.И. Кашин [108, 145].

Однако, как указывалось уже, данные по требовательности культур к относительной влажности воздуха носят разрозненный и несистематический характер и в целом садоводами игнорируются при оценке возможности внедрения новых культур на территорию их потенциального выращивания, а также о возможности интродукции новых сортов [325, 404].

*Максимальные, средние и минимальные температуры воздуха с их абсолютными максимумами и минимумами.* Если средние температуры воздуха в целом показывают обеспеченность территории теплом и учитываются в суммах активных температур, то минимальные и максимальные температуры используются лишь как показатели критической устойчивости растений к неблагоприятным абиотическим факторам [191, 288, 296].

Более важное значение для отечественного садоводства имеют минимальные температуры воздуха в зимний период, весной, как показатель вероятностей возвратных заморозков, а также в конце вегетации, влияющий на окончание вегетации [199, 301].

Повышению устойчивости растений к низким температурам селекционными методами и повышению акклиматизации уделял внимание В.И. Мичурин. Подобные работы проводятся и сейчас в центрах северного садоводства [183, 303, 309]. Однако большинство селекционеров южной зоны садоводства не занимается изучением данного параметра, считая достаточным развитие и заполнение своими сортами только местного ареала распространения садовых культур [295, 284, 364]. Так, в существующем Реестре сортов селекционных достижений России сорта винограда, персика и даже яблони, выведенных на северном Кавказе, Крыму и некоторых других южных районах не отображают показателей критической устойчивости. Селекционные организации лишь указывают, что сорта средне или высокоморозостойкие. По отдельным сортам оригинаторы вообще указывают в качестве показателя – «достаточно морозостойкие» [300, 365, 416]. С другой стороны, в зонах

критического или северного садоводства селекционеры всегда указывают показатели морозостойкости в температурах. Последний подход более приемлемый, поскольку позволяет более точно определить потенциальные возможности сорта на новых территориях при их интродукции.

К примеру, достаточная морозостойкость у отдельных сортов винограда (Ркацители, Саперави) оказывается критической по отношению к континентальному климату Нижнегорского и Советского районов Республики Крым, где они при неукрывной технологии выращивания регулярно вымерзают.

В целом, для групп сортов, видов и культур проводилось достаточно много исследований в плане определения уровней морозостойкости [382]. Они могут быть легко найдены для любой культуры. Однако в противовес изучению устойчивости растений для большинства территорий практически не проводится работа по изучению вероятностей наступления данных критических температур. Последние исследования, которые носят системный характер проводились в шестидесятые годы двадцатого столетия и нашли отображения в агроклиматических справочниках того периода. Лишь в последние годы учёными [217] сибирских НИИ, Оренбурга, Мичуринска [130, 132] и Северо-Кавказского зонального института [5, 20, 74], а также другими [3, 22], началась работа по уточнению возможных критически низких температурах в зимний период в свете изменяющегося климата.

В двадцатом веке учёными агроклиматологами и садоводами подход к пригодности территории для выращивания тех или иных культур в поиске границ изотерм, отсекающих территории по критически низким температурам [221, 229, 241]. На современном этапе, при использовании современной компьютерной техники, используя зачастую данные космических метеоспутников, разрабатываются карты с высокой степенью развёртки (пиксельности), позволяющие не только оценивать целые регионы, но и отдельные участки с зонами критически низкими для выращивания отдельных сортов или пригодные для этого [81, 83, 248].

Подобная работа проводится, правда, и в значительно меньших масштабах, также и для выявления зон с максимальной температурой воздуха [250, 259, 269]. В целом максимальные температуры, переходящие определённый уровень способны парализовать обменные функции растений, что неблагоприятно сказывается на их развитии.

Так, при температуре воздуха выше 35 °С в листьях растений перестают осуществляться процессы фотосинтеза, и происходит так называемое фотосинтетическое дыхание [291, 299, 328]. Этот процесс связан с затратами энергии на восстановление повреждённых нестабильных молекул хлорофилла, в то время как самого производства органических веществ не происходит. С другой стороны, критически высокие температуры воздуха намного легче контролировать простыми агротехническими мероприятиями, такими как орошение в виде дождевания [315, 339, 352].

### **1.6. Современные инновационные технологии и моделирование адаптивного садоводства**

Принцип адаптивного садоводства, как указывалось выше, основан на подборе территории, пригодной для эффективного выращивания культур, а также подбора соответствующих технологий, позволяющих получать максимальный урожай с учётом сложившихся условий абиотического и биотического характера [61, 73, 93].

На современном этапе учёные пытаются найти некоторые коэффициенты, показывающие пригодность территории для садовых культур [9, 67, 141].

Так, исследования почв и их описание в центрах агрохимических служб сводятся к тому, что определяются коэффициенты пригодности почв участков для выращивания культур. В него включаются: содержание питательных веществ в легко доступной для растений форме, реакция среды, содержание токсических веществ и антагонистов для макро- и микроэлементов. Сам же коэффициент представляет собой единое значение. Отечественными садоводами

и почвоведрами установлено, что оптимальным значением пригодности участка является такой, который обеспечивает не менее 60 % продуктивности насаждений по комплексу признаков. То есть, при выборе некой технологии, продуктивность будет гарантирована на данное значение от возможной.

Подобным образом садоводы и агроклиматологи пытаются найти критерии, показывающие пригодность участка для каждой отдельной культуры. Так, Драгавцевым В.А., Драгавцевой И.А. и Лопатиной Л.М. предложены модели, позволяющие определить территориальное районирование генотипов [72, 76, 134]. Данные климатических наблюдений заносятся в разработанную исследователями базу данных, где с применением сложных матричных анализов выводится интегрированный коэффициент пригодности участка для выращивания конкретной культуры. Основа данной базы может наноситься на цифровые карты, включенные в ГИС, которая уже в целом показывает микрозонирование участков. Финалом этих исследований становится возможным определять экономическую эффективность выращивания культур.

Основываясь на том, что данный подход отличается универсальностью, Драгавцевой И.А. создана целая школа исследователей, которые в зоне Северного Кавказа проводят изучение территорий на предмет их пригодности для целого ряда плодовых культур – яблони, груши, персика, сливы, вишни, абрикоса и др [75, 77, 80].

Как по почвам, так и по климатическим исследованиям учёные пытаются найти некую общую интегральную оценку территории, основываясь лишь на биологических особенностях культуры и её экологических требованиях к условиям окружающей среды. Данный подход приемлем лишь для статичного подхода, не предполагающего корректировку условий или внесение какого-нибудь нового сорта, вида.

Учёным Либихом в своё время был разработан закон влияния ограничивающих факторов [27]. С точки зрения адаптивного садоводства должны, в соответствии с этим законом, учитываться наиболее критичные факторы, способные влиять на рост, развитие растений и их продуктивность.

При этом возможно корректировать значительно влияющие из них до приемлемых значений. Однако, при устранении негативного влияния одного фактора, решающее влияние может оказывать уже другой показатель, оказывающийся в минимуме по отношению к потенциальной продуктивности культуры.

Разработанные на сегодня коэффициенты пригодности учитывают, в целом, большинство факторов, однако выводя общий показатель, они все нивелируются и не способны отобразить влияние каждого конкретного показателя на качественный рост и эффективность производства плодовой продукции.

Опыт зарубежного садоводства показывает, что на принципиально непригодных для ведения сельского хозяйства почвах возможно производство плодов. Причём экономический эффект оказывается настолько высоким, что Израиль, выращивая сады в пустынных территориях стал экспортёром фруктов.

Принцип адаптивного садоводства также можно воспринимать как подбор оптимальной технологии выращивания, учитывая ограничивающие для роста и плодоношения садовых культур факторы, до момента их экономической целесообразности производства.

Известно, и уже указывалось, что не только выбором пород и видов можно обеспечить продуктивность, но также учитывая особенности отдельных сортов. Также можно учесть возможность применения дополнительных агротехнических мероприятий, позволяющих изменить уровень критичности отдельных факторов окружающей среды, оказывающий негативное воздействие на насаждение.

Учёт этих факторов – биологических и агротехнических позволит учесть экономическую целесообразность возделывания каждой отдельной культуры.

На основе изложенного литературного обзора можно сделать выводы, что работа по подбору наиболее благоприятных условий для выращивания плодовых культур, обеспечивающих высокую и стабильную их продуктивность проводилась и продолжает проводиться, однако не носит системный характер,

покольку исследователи решают узко специфичные задачи – изучение влияния почвенных условий и удобрений, климата на рост и развитие растений, агротехнические подходы с целью получения высоких урожаев, что не позволяет в полной мере синтезировать в единый системный подход подбора отдельных мер по адаптивному подходу в выборе технологии их выращивания. Следует провести синтез уже накопленных в сфере биологии и экологии садовых культур, климате, почвенного питания знаний и их комплексного взаимовлияния на продуктивность насаждений для подбора системы агротехнических мероприятий, обеспечивающих высокие урожаи садовых культур в различных агроклиматических условиях.

## **РАЗДЕЛ 2.**

### **УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Исследования проводились в соответствии с программой кафедры плодовоовощеводства и виноградарства Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского» – «Научное обеспечение отрасли плодоводства и дальнейшее совершенствование технологических приемов производства, хранения и переработки плодов» в период с 2007 по 2022 гг. В 2014 году исследования получили поддержку грантом РФФИ (Проект *р\_юг\_а Крым* № 14-47-01560 «Оценка пригодности агроклиматических условий для выращивания плодовых культур»). Проведение исследований состояло из шести этапов, в каждом из которых применялись отдельные методологические подходы, для решения поставленных задач на широком спектре плодовых и ягодных культур с учетом климатических факторов по данным всех метеостанций Крыма.

#### **2.1. Систематизация требований плодовых и ягодных культур к условиям окружающей среды**

С целью систематизации экологических требований плодовых и ягодных культур к условиям внешней среды в пригодных для расчёта и математического анализа показателях проведён литературный поиск, а также результаты собственных наблюдений.

Для учёта взяты показатели:

- суммы активных температур выше 10 °С, необходимые для прохождения фенологических фаз роста и развития растений по каждой культуре, а также группам сортов по срокам созревания и местам происхождения (выведения);

- продолжительность вегетационного периода (в сутках) с температурой выше  $10^{\circ}\text{C}$ , необходимые для прохождения фенологических фаз роста и развития растений по каждой культуре, а также группам сортов по срокам созревания и местам происхождения (выведения);
- критические минимумы температуры воздуха в зимний период, которые способны выдержать в состоянии глубокого (органического) покоя плодовые и ягодные культуры, а также отдельные их группы сортов по месту происхождения (выведения) или видовому составу;
- критические температуры воздуха ниже  $0^{\circ}\text{C}$ , способные повредить генеративные образования у плодовых и ягодных культур с вероятностью повреждения 10 и 90 % урожая (для определения критических периодов прохождения заморозков в вегетационный период).

## **2.2. Оценка обеспеченности почвенно-климатическими зонами Крыма отдельными экологическими факторами, влияющими на развитие и плодоношение плодовых и ягодных культур**

На основе открытых баз данных климатических наблюдений (официальный сайт [www.rp5.ru](http://www.rp5.ru)), в ходе грантовых исследований (грант РФФИ [p\\_yog\\_a № 14-47-01560\\_14](#)), а также работы на основе инициативных исследований произведена выборка почасовых наблюдений с метеостанций, расположенных во всех районах Республики Крым за период с 10 февраля 2005г. по 31 декабря 2022 г. Полученные данные после предварительной подготовки включаются в программы с разработанным исследовательским коллективом авторов и отработанным на основе предыдущих исследований. Эти программы позволяют систематизировать результаты наблюдений по годам и в целом за период времени, начиная с 2005 года. Итоговыми результатами является сравнение таких выбранных результатов, как минимальные температуры воздуха, влажность воздуха, суммы активных температур выше  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $5^{\circ}\text{C}$ ,  $10^{\circ}\text{C}$  и  $15^{\circ}\text{C}$ , влажность воздуха в период вегетации, а также водный баланс

территории (расчёт последнего показателя, другими исследователями не производился и не учитывался как важный фактор). Дополнительно, по таким показателям, как минимальная и максимальная температура воздуха, вариационным анализом производятся прогнозные расчеты вероятностей появления экстремальных данных с вероятностью 5 % и 95 %. Такие расчеты в научных публикациях не освещались, поэтому вероятность наступления с математически рассчитанной достоверностью являются научной новизной.

Климатические показатели отдельного района приведены исходя из данных, полученных из открытой базы на сайте <http://rp5.ru> с ближайшего в районе метеостанции. Поскольку результаты наблюдения представлены почасово, то для перевода их в ежесуточные, ежемесячные и среднегодовые, они были соответственно пересчитаны по оригинальным алгоритмам для каждого года и сведены в общую базу многолетних наблюдений.

### **2.3. Разработка базы данных по анализу и учёту климатических данных метеостанций, расположенных на территории Крыма**

База данных создана за период с 2005 до 2022 год включительно. Поскольку для определения климата района необходимо иметь результаты наблюдений за значительно большим отрезком времени или же провести соответствующие математические расчеты, то широко применяется вариационный анализ изменения ежесуточных показателей и сделан прогноз сценариев колебания таких показателей как температура воздуха минимальная и максимальная за сценариями обычного (95 %) и экстремального (5 %) года.

Результаты по каждому району сначала представлены текстовой частью, в котором обозначено название района и метеостанцию, с которой были взяты данные. Далее приведены основные показатели по периоду (в днях) при которых среднесуточные активные температуры выше 0, 5, 10 и 15 °C могут расти сельскохозяйственные растения. Кроме текстовой части для каждого района представлена таблица основных климатических показателей.

Кроме средних, минимальных, максимальных температур, суммы осадков, относительной влажности воздуха и сумм температур выше 0, 5, 10 и 15 °С проводится расчет таких показателей как испаряемость влаги и водный баланс территории.

С методологической точки зрения, сумма температур выше 0, 5, 10 и 15 °С несколько отличается от суммы активных температур по соответствующим критериям. В качестве суммы температур взята вся сумма среднесуточных температур без учета отличия суммарного расчета из-за снижения температуры воздуха ниже соответствующего показателя больше 5 суток подряд. Поэтому сумма температур будет несколько выше, чем сумма активных температур.

Испаряемость влаги рассчитывалась исходя из суммы среднесуточной испаряемости влаги за месяц.

Среднесуточную испаряемость  $E_0$  вычисляют по формуле:

$$E_0 = 6 \times 10^{-5} (t_a + 29)^2 (100 - r), \quad (2.1)$$

где:

$t_a$  – среднесуточная температура воздуха, °С;

$r$  – среднесуточная относительная влажность воздуха, %.

Водный баланс взят в качестве различия между суммарным количеством осадков и суммы испаряемости. Этот показатель показывает, какой недостаток, или излишек влаги (в мм.) имеет участок, из-за чего можно определиться с необходимостью орошения (при дефиците влаги) или проведение мелиоративных мероприятиях по осушению территории (в случае излишка).

Наиболее важные климатические показатели кроме таблицы приведены в виде диаграмм. Использование этих диаграмм позволяет более четко определиться с оптимизацией за счет агротехнических мер и подбора адаптивных сортов общей технологии возделывания культур с целью получения по возможности наивысшей производительности насаждений.

Для определения сроков последних заморозков, способных повредить генеративные образования плодовых растений, представлены специальные таблицы (таблица 2.1).

В первом столбце таблицы указано название культуры, а во втором – фенологической фазы, для которой проводится определение последних дат прохождения заморозков. В столбцах 3 и 6 показаны значения повреждающих температур, способных повредить 10 % тканей (столбец 3) и 90 % тканей (столбец 6).

Таблица 2.1. Вероятные даты повреждения генеративных органов основных плодовых и ягодных пород в зависимости от фенофазы развития (год)

| Культура | Фаза | 10 % повреждения |      |     | 90 % повреждения |      |     |
|----------|------|------------------|------|-----|------------------|------|-----|
|          |      | Т                | Дата |     | Т                | Дата |     |
|          |      |                  | 95 % | 5 % |                  | 95 % | 5 % |
| 1        | 2    | 3                | 4    | 5   | 6                | 7    | 8   |

Расчётная база позволяет определять минимальные суточные температуры с вероятностью 95 % и 5 %. Поэтому, существует возможность определить даты проявления заморозков в «спокойные», с вероятностью 95 % годы и «критические» – с вероятностью 5 % лет. Существующая вероятность повреждения генеративных тканей растений с вероятностью 95 % говорит о том, что для получения нормальных урожаев необходимо применять эффективную систему защиты от заморозков. Вероятность повреждения на уровне 5 % свидетельствует о потенциальной возможности повреждения генеративных органов растений заморозками.

Даты последнего появления заморозков, отображенные в таблице не взаимосвязаны с фенофазой развития растения. Привязка дат производится по расчетным вероятностям появления критических температур способных повредить генеративные органы. Поэтому возможно, что критическая

температура может проявляться раньше или позже фактического прохождения фенологических фаз развития растений.

#### **2.4. Проведение сравнительного анализа критических для выращивания плодовых культур показателей с обеспеченностью территории**

Полученные на предыдущих этапах результаты сравниваются с отобранными критическими для выращивания каждой конкретной плодовой культурой параметрами и наносятся на карты Республики Крым.

Для правильного прочтения климатических карт каждая из них подписана и имеет соответствующую цветовую шкалу.

Общие климатические карты имеют цветовую шкалу, которая представлена из цветовой палитры нормального распределения цветов и переходных оттенков. Наиболее оптимальные для подавляющего большинства сельскохозяйственных культур критерии имеют уклон к зеленому цвету, а наименее пригодные и опасные – красного. Для определения водного баланса и количества осадков, поскольку показатели имеют уровни оптимальности, расположенные между крайними позициями непригодности или опасности для возделывания культур, то используется палитра с расположением цветов от красного (критический недостаток показателя) к сине-фиолетовому (критический избыток показателя) с зоной оптимальности зеленого цвета и его оттенков.

Агроклиматические карты оптимизации возделывания плодовых культур имеют цветовую шкалу согласно оптимальным экологическим критериям показателей. Для определения оптимальности возделывания культуры с суммой температур выше 10 °С в качестве зоны оптимальности избран зеленый цвет. Зона опасности (непригодности для возделывания без кондиционирования данного климатического фактора) для возделывания обозначенных на карте плодовых культур отображена красным цветом.

Для обозначения оптимальности возделывания культуры по сумме активных температур добавлены еще два цвета – желтый, как показатель недостатка тепла, который может быть компенсирован специальными агротехническими мероприятиями, направленными на повышение в зоне кроны температуры за счет дополнительного нагрева солнечным светом. В противоположность предыдущего может существовать также и излишек тепла, который будет причиной нежелательного снижения продуктивности плодовых из-за преждевременного осеннего цветения деревьев, или же развитие отдельных генеративных органов цветов, что в последующий зимний период будет снижать их морозостойкость. Такой излишек тепла для обозначения на карте плодовой культуры показан розовым цветом. За счет введения специальных элементов технологии возделывания влияние этого негативного излишка тепла может быть скорректировано и доведёно до уровня биологического оптимума культуры.

Для обозначения оптимальности возделывания культуры по минимальным зимним температурам для каждой породы созданы две карты – по прогнозируемым сценариям обычной для данного региона зимы (95 % лет) и суровой (5 %). Расчеты температурных режимов при разных сценариях проводились по вариационному анализу минимальных суточных температур и нахождения среднего и абсолютного минимумов для отдельного района. Экологические критерии устойчивости к низким зимним температурам для каждой культуры избраны исходя из температур устойчивости отдельных групп сортов по происхождению. Значение температуры, которую может выдержать наименее морозостойкие сорта, как представитель всех форм культуры – выделенна зеленым цветом. Все другие группы устойчивости, по порядку уменьшения количества сортов, пригодных к использованию на территории без повреждения имеют оттенки увеличения красного цвета. Территория с низкой температурой в зимний период, при которой будут утрачены генеративные органы на всех сортах, выделяется красным цветом.

## **2.5. Разработка системы автоматизации подбора технологий выращивания плодовых культур, с возможным расчётом затрат ресурсов, материалов, труда работников, а также экономической эффективности производства**

Для разработки автоматизированной системы подбора технологий производства плодовой продукции использовался следующий пошаговый подход:

1. На основе предыдущей работы создать логические алгоритмы блок-схем выбора технологических процессов. Разработать, на основе принципов адаптивности, ограничения и возможность выбора (типа уточняющих вопросов и критериев) различного пути технологии. При этом учитываются совпадающие элементы рабочих процессов, нормативы и затраты средств/ресурсов для дальнейшего составления сметных расчётов по каждому комплексу работ (подготовка почвы под закладку насаждений, посадка, установка шпалеры, уход в первый и последующие годы жизни насаждений, раскорчёвка и рекультивация территории).

2. По блок-схемам, с учётом совпадающих видов работ общих технологических процессов произвести набор работ для их выполнения. Произвести их запись в компьютерную программу (в качестве базовой берётся Microsoft Excel) с возможностью логического выбора того или иного пути технологии. Для оптимизации выбора применить опросник, позволяющий максимально учесть гибкость алгоритма, а также в сами технологические карты ставить соответствующие логические формулы.

3. Предусмотреть возможность выбора видов техники, расчётов потребности в механизмах в зависимости от площадей насаждений, норм выработки, а также сроков выполнения работ.

4. Создание сводных таблиц, позволяющих систематизировать затраты средств, материалов, механизмов и финансов в зависимости от выбранной технологии и по комплексам работ.

## **2.6. Опыты и учёты, проводимые для подтверждения результатов моделирования**

Подтверждение выдвинутых рабочих гипотез по цифровому моделированию отдельных адаптивных элементов технологий проводились в шести полевых опытах, заложенных в существующих насаждениях плодовых культур.

**Опыт 1.** Изучение влияния химических мелиорантов при подготовке почвы с высоким содержанием активной извести, под закладку многолетних насаждений на рост и продуктивность яблони.

Опыт заложен на базе фермерского хозяйства «Мичуринское» Белогорского района, который расположен в предгорной зоне Крыма. Объектом исследования служил территория под закладку яблоневого сада площадью 28 га. При подготовке почвы под сад (в 2014 г) вносились химические мелиоранты. Весной 2015 г осуществлена посадка сада. Подвой М.9. Саженцы категории «Книп-баум» - двулетние саженцы с однолетней кроной, на которых в условиях питомника сформировались генеративные почки. Схема посадки деревьев 4,0 х 1,0 м. На опытных делянках содержание активной извести (по Друино-Гале) - 28...36 %.

Опыт двухфакторный.

Фактор «А» – сорт. Варианты фактора «А»: Голден Делишес, Чемпион, Гранни Смитт.

Фактор «В» - применение химических мелиорантов при проведении плантажирования участка. Варианты фактора «В»:

1. Без внесения мелиорантов (контроль);
2. Внесение гранулированной серы перед плантажированием участка, 1 т/га;
3. Внесение гранулированной серы (1 т/га) перед плантажированием участка с посевом горчицы после закладки сада в междурядьях;
4. Внесение фосфогипса перед плантажированием участка, 20 т/га.

Варианты в трёхкратной повторности, размещены с рендомизированными повторениями с наложением на сортовые полосы в промышленном саду. В делянке по пять деревьев в каждой повторности.

Элементы учётов и наблюдений: агрохимический состав почв (рН водной вытяжки, концентрация активных карбонатов в динамике, концентрации подвижных макро- и микроэлементов); фенологические наблюдения по методикам Витковского В.Л. (1979) с модификацией Ненько Н.И. (2010) [45, 152]; активность фотосинтетического аппарата методом индукции флуоресценции (метод Каутского); учёт урожая и качества плодов.

Учёты и наблюдения проводили по общепринятой методике для плодовых и ягодных культур [8, 46, 51]. Для верификации результатов опыта применялся метод трёхфакторного дисперсионного анализа, в котором фактором «С» выступали года исследований.

По результатам опыта проводилось математическое моделирование с применением множественного регрессионного анализа.

**Опыт 2.** Изучение влияния подбора клоновых подвоев груши айвовых форм на рост и развитие деревьев сорта Бере Арданпон.

Опыт заложен наложением на существующие промышленные насаждения груши на базе учебно-опытного сада Института «Агротехнологическая академия». Проводился в период 2010 – 2018 гг. Почвы участка – чернозёмы выщелоченные мицелярно-карбонатные, со средним содержанием активной извести 21% в слое почвенного профиля до 60 см.

Варианты опыта – клоновые подвои груши айвовых форм: ВА-29; Айва Анжерская.

Варианты в трёхкратной повторности, размещены с рендомизированными повторениями внутри варианта. В делянке по пять деревьев в каждой повторности.

Элементы учётов и наблюдений: содержание элементов питания в листьях (концентрации макро- и микроэлементов); фенологические наблюдения по методикам Витковского В.Л. (1979) с модификацией Ненько Н.И. (2010) [45,

152]; активность фотосинтетического аппарата методом индукции флуоресценции (метод Каутского); изучение архитектоники корневых систем методом скелета (раскопки с последующей послойной фотофиксацией). Учёты и наблюдения проводили по общепринятой методике для плодовых и ягодных культур [8, 46, 51].

**Опыт 3.** Изучение влияния силы роста подвоев на засухоустойчивость деревьев яблони.

Опыт заложен наложением на существующие промышленные насаждения яблони сорта Голден Делишес на базе учебно-опытного сада Института «Агротехнологическая академия». Проводился в период 2007 – 2013 гг. Почвы участка – чернозёмы выщелоченные мицелярно-карбонатные, со средним содержанием активной извести 21% в слое почвенного профиля до 60 см.

Варианты опыта – клоновые подвои яблони: карликовый – М.9 (схема посадки 4,0х2,0 м); полукарликовый – М.26 (схема посадки 4,0х2,0 м); среднерослый – ММ.106 (схема посадки 5,0х3,0 м), а также сильнорослые сянцевые подвои (схема посадки 6,0х3,0 м).

Форма кроны во всех вариантах – комбинированная крымская пальметта. Варианты в трёхкратной повторности, размещены с рендомизированными повторениями внутри варианта. В делянке по три дерева в каждой повторности.

Элементы учётов и наблюдений: фенологические наблюдения по методикам Витковского В.Л. (1979) с модификацией Ненько Н.И. (2010) [45, 152]; изучение архитектоники корневых систем методом скелета (раскопки с последующей послойной фотофиксацией) в трёх-и шестилетнего возраста деревьев, а также весовым методом (с сегментным вырезом почвенного профиля на  $\frac{1}{4}$  диаметра питания дерева) в шестилетнем возрасте. Учёты и наблюдения проводили по общепринятой методике для плодовых и ягодных культур [8, 46, 51].

**Опыт 4.** Коллекционное испытание и хозяйственно-биологическая оценка сортов яблони в условиях предгорной зоны Крыма.

Опыт заложен в 2007 г. на базе учебно-опытного сада Института «Агротехнологическая академия». Проводился в период 2007 – 2021 гг. Почвы участка – чернозёмы выщелоченные мицелярно-карбонатные, со средним содержанием активной извести 21% в слое почвенного профиля до 60 см.

Варианты опыта – сорта яблони зимнего, осеннего и летнего сроков созревания. Общая численность сортов яблони в коллекции – 64 шт.

Схема посадки деревьев 4,0х1,5 м. Варианты в пятикратной повторности (делянка-дерево).

Элементы учётов и наблюдений, касающиеся данной диссертационной работы: фенологические наблюдения по методикам Витковского В.Л. (1979) с модификацией Ненько Н.И. (2010) [45, 152]; определение степени повреждения генеративных образований методом анатомирования.

**Опыт 5.** Испытание и хозяйственно-биологическая оценка новых сортов косточковых плодовых культур в условиях предгорной зоны Крыма

Опыт заложен в 2007 г. на базе учебно-опытного сада Института «Агротехнологическая академия». Схемы посадки: сливы и абрикоса – 6,0х5,0 м, черешни 7,0х5,0 м. Проводился в период 2007 – 2018 гг. Почвы участка – чернозёмы выщелоченные мицелярно-карбонатные, со средним содержанием активной извести 21% в слое почвенного профиля до 60 см.

Варианты опыта – сорта косточковых культур различных сроков созревания. Варианты в пятикратной повторности (делянка-дерево).

Элементы учётов и наблюдений, касающиеся данной диссертационной работы: фенологические наблюдения по методикам Витковского В.Л. (1979) с модификацией Ненько Н.И. (2010) [45, 152]; определение степени повреждения генеративных образований методом анатомирования.

**Опыт 6.** Изучение влияния ветроостанавливающего действия садозащитных полос в зависимости от их конструкции.

Опыт проводился в 2010 г. на базе Института «Агротехнологическая академия» в существующих садозащитных лесополосах, приуроченных к многолетним насаждениям.

Варианты опыта - конструкции садозащитных полос: 1) непродуваемая конструкция, представленная посадкой из 2х рядов ореха грецкого и 1 ряда

древовидных кустарников (маклюра оранжевая); 2) ажурная продуваемая полоса, представленная 2-мя рядами тополя пирамидального.

Элементы учётов и наблюдений: скорость ветра в зависимости от профиля лесополосы и расстояния от её краёв с подветренной и наветренной сторон.

Для подтверждения полученных результатов исследований была использована следующая опытная и учетная часть:

1. Для определения суммы активных температур, необходимых для прохождения плодовыми растениями вегетации выполнялись фенологические наблюдения на плодовых культурах по методикам Витковского В.Л. (1979) с модификацией Ненько Н.И. (2010) [45, 152]. Наблюдения проводились в период с 2007 по 2021 гг. на коллекции сортов яблони, груши, сливы, персика, абрикоса, черешни, а также других культур на базе опытных насаждений плодовых культур Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского» (с. Аграрное и с. Солнечное, Симферопольский район). Для документирования результатов проводились внешние наблюдения, а также анатомический анализ дифференциации с применением бинокулярного микроскопа МБИ-3 с фотографической насадкой Levenguk.

2. Для изучения экологической пластичности корневых систем плодовых растений к избытку карбонатов в почве, а также дефициту влаги, проводилось исследование корневой системы клоновых подвоев яблони и груши методом скелета, весовым, а также изучение архитектоники корневой системы в почвенном профиле на глубину до обнаружения всасывающей корневой системы в зависимости от типа подвоев, а также в проекции ряда и междурядий секторным методом до места контакта с корнями рядом расположенных растений.

3. Для определения влияния организационных мероприятий на снижения неблагоприятных абиотических факторов изучалось изменение скорости ветра в зависимости от типа садозащитной лесной полосы (непродуваемая опушка и ажурная) с наветренной стороны. Скорость ветра измерялась анемометром автоматическим. Измерение производилось с наветренной и подветренной стороны на различном расстоянии.

### **РАЗДЕЛ 3.**

## **ИЗУЧЕНИЕ ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА РАЗВИТИЯ ПЛОДОВЫХ И ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР В РАЗЛИЧНЫХ ЗОНАХ КРЫМА**

Принцип влияния ограничивающих факторов, воздействующих на развитие плодовых и ягодных культур, в целом, оценивается как влияние почвенных условий. При этом зачастую игнорируется комплекс факторов климатических, как такие, которые естественно сложились на определённой территории. При этом садоводы ориентируются лишь на традиционность выращивания тех или иных культур в каждой определённой зоне.

Однако следует учитывать все естественно сложившиеся факторы и уровень их показателей для определения перспективной продуктивности отдельных культур и их промышленных насаждений.

Наиболее перспективным для выявления ограничивающих факторов, имеющих разную природу влияния на продуктивность выращиваемых культур, является методология теории ограничения Голдратта [274]. В отличие от метода учёта ограничивающих факторов Либиха теория ограничения позволяет определять наиболее эффективные для управления показатели. При этом второстепенные, либо менее значимые игнорируются.

Поскольку негативное влияние на риск стабильного плодоношения оказывают и почвенные и климатические показатели, то необходимо их учитывать именно с точки зрения отрицательных факторов. То есть, если учитывать содержание в почве макро- и микроэлементов, необходимо принимать во внимание недостаток каждого из них и влияние на уровень, обеспечивающий влияние на формирование урожая. При этом, питательные вещества, находящиеся в оптимуме, практически не влияют на снижение

продуктивности. Подобно этому необходимо учитывать отдельные элементы, находящиеся в избытке, и одновременно оказывающие антагонистическое влияние на усваиваемость растениями других веществ (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1. Структура ограничивающих факторов абиотического происхождения, влияющих на продуктивность плодовых и ягодных культур

В подавляющем количестве разновидностей почв и на большинстве территории Республики Крым существенным фактором, ограничивающим развитие садоводства, является высокая концентрация карбонатов, в структуре молекул, содержащих кальций.

Для большинства плодовых культур, как уже указывалось, известны критерии концентраций, ограничивающих оптимальное размещение плодовых культур. В частности, интенсивные насаждения груши, привитые на клоновых

подвоях айвовых форм, начинают проявлять признаки карбонатного хлороза с 16 % активной извести в почве. Подобная картина проявляется и для других некарбонатостойких клоновых и сеянцевых подвоев, в частности – немецком подвое для черешни – Гизелла 5, сеянцах Дроганы желтой, у персика и абрикоса, привитых на клоновом подвое Пумиселект, а также других, которые зачастую применяются садоводами, завозя привитые на них саженцы из-за рубежа.

Зарубежный опыт, в частности садоводов Израиля и США [219, 281, 332] показывает, что возможно снизить негативное влияние отдельных включений или факторов почв до минимума применяя мелиоративные подходы, способные временно либо в глобальном характере изменить саму структуру или состав почв.

### **3.1. Влияние химических мелиорантов на структуру почв и повышение их пригодности для закладки и эксплуатации плодовых и ягодных культур**

Для снижения влияния негативного воздействия карбонатов и избыточных концентраций кальция в почве зачастую предлагаются меры, не приводящие к снижению базовой карбонатности, а улучшающие состояние растений. Такие меры являются временными и в основном носят решение симптоматических стрессовых состояний растений. Поскольку избыточное содержание кальция в почве является антагонистом для важного элемента железа, то для снижения стресса у растений рекомендуется вносить в виде фертигации и некорневых подкормок соединения подвижного железа. В то же время высокие концентрации хелатов железа оказывают антагонистическое действие на поглощение магния из почвы. Это, также требует дополнительных удобрений уже подвижным магнием. Однако, в целом, в почвах может изначально находиться достаточное количество двух этих элементов, способных обеспечить высокие уровни продуктивности насаждений.

Логичным является не устранение конечных симптомов проявления избытка карбонатов и кальция в почве, а именно снижения концентраций карбонатов, и, в случае необходимости, перевод части подвижного кальция в недоступное для растений состояние.

Опыт по решению данного вопроса проводился в 2014-2018 гг. на базе фермерского хозяйства «Мичуринское» Белогорского района, который расположен в предгорной зоне Крыма. Объектом исследования служил яблоневый сад площадью 28 га посадки 2015 года. В почвах закладываемого сада отмечались участки с содержанием активных карбонатов в концентрациях 28...36 %.

С целью дифференцированного подхода в качестве вариантов опыта использованы мелиоранты:

1. Сера гранулированная. Доза единоразового внесения серы составила 1000 кг/га. крупной фракцией нефтяной серы (размер частиц 1-3 мм).
2. Фосфогипс (в количестве 20000 кг/га) вносился в одно время с внесением гранулированной серы под глубокую плантажную вспашку летом 2014 года.

При этом внесение фосфогипса рекомендуется для общего улучшения структуры почвы и снижения негативного воздействия высоких концентраций карбонатов на корневую систему. В отличие от фосфогипса, сера должна в ходе естественного окисления и микробиологического включения в биохимический цикл почвообразования связывать карбонаты, вымещая углекислотное основание, преобразуя его в углекислый газ, связывая кальций до состояния гипса — нерастворимое и недоступное для поглощения всасывающими корневыми волосками состояние.

### **3.1.1. Влияние мелиорантов на агрохимические свойства почвы**

Для изучения влияния мелиорантов на свойства почвы на глубину пахотного слоя были взяты почвенные пробы весной до внесения изучаемых удобрений. Установлено, что наибольшее подкисляющее действие на

карбонатные почвы оказало внесение молотой серы (рисунок 3.2). На этом фоне, подкисляющее действие фосфогипса не отмечено в какой бы то ни было степени.

Внесение фосфогипса под плантажную обработку практически не оказало влияния на реакцию почвенного раствора в сравнении с простым подготовительным плантажем. В то же самое время значительное подкисление почв (снижение карбонатности) отмечено при внесении гранулированной серы. Отмечено, что внесение серы имеет значительное продолжительное действие, поскольку тенденция на снижение рН продолжается даже спустя два года после внесения препарата.

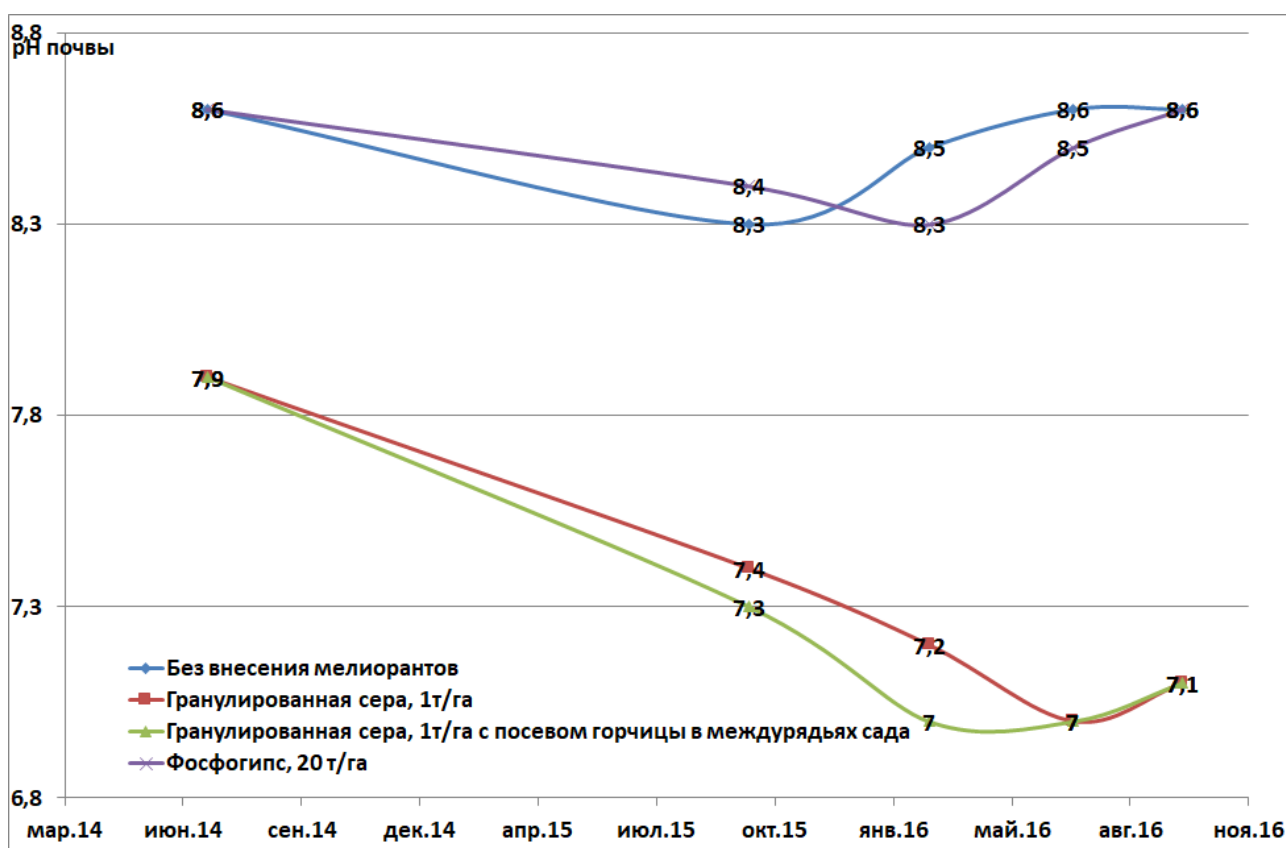


Рисунок 3.2. Динамика реакции почвенного раствора в зависимости от применения химических мелиорантов

Вероятно, это связано с тем, что сами по себе гранулы нефтяной серы химически нейтральны и начинают процесс подкисления почвы только после её биологического окисления. В литературе описано два основных способа

окисления свободной серы через биологический цикл с образованием серной кислоты. Один из способов – бактериальное окисление почвообитающими бактериями, а другой цикл – окисление серы посредством выделений корневых систем некоторых серолюбивых растений. Одним из представителей таких растений является горчица. Кроме способности окисления свободной серы выделения корней могут фумигировать почву, уничтожая вредоносную микрофлору и снижая действие почвоутомления.

В целом, процесс окисления серы можно описать формулой:



В то же время, щёлочность высококарбонатных почв обусловлена активной карбонатностью. Поэтому реакция среды может уменьшаться лишь при уменьшении концентрации этого активного вещества и связывания его до состояния физиологически и химически нейтрального гипса по формуле:



То есть, подкисление почвы серой должно приводить к значительному снижению активной карбонатности почвы. Это подтверждается полученными нами данными по проводимым опытам на делянках с первоначально критическим для растений яблони содержанием активной извести – 38 %. В вариантах с использованием гранулированной серы карбонатность падала до приемлемых значений, в то время как при простом проведении плантажа без внесения мелиоранта (рисунок 3.3).

Проводя анализ полученных результатов видно, что наиболее эффективным для снижения карбонатности, оказались варианты с внесением гранулированной серы. Также установлено, что тенденция к снижению концентраций активной извести наблюдается в течение полутора лет, а за весь изучаемый период не вышла за пределы оптимальности для растений яблони.

Наиболее существенное снижение концентрации активных карбонатов наблюдалось в варианте с внесением серы с последующим высевом в междурядьях сада, в качестве сидерата, горчицы. Это подтверждает большую активность выделений корневых систем серолюбивых растений на окисление гранул серы. А также дополнительное снижение активной карбонатности, может проявляться при увеличении содержания органического вещества в пахотном горизонте, что и обеспечивают посевы сидератов.

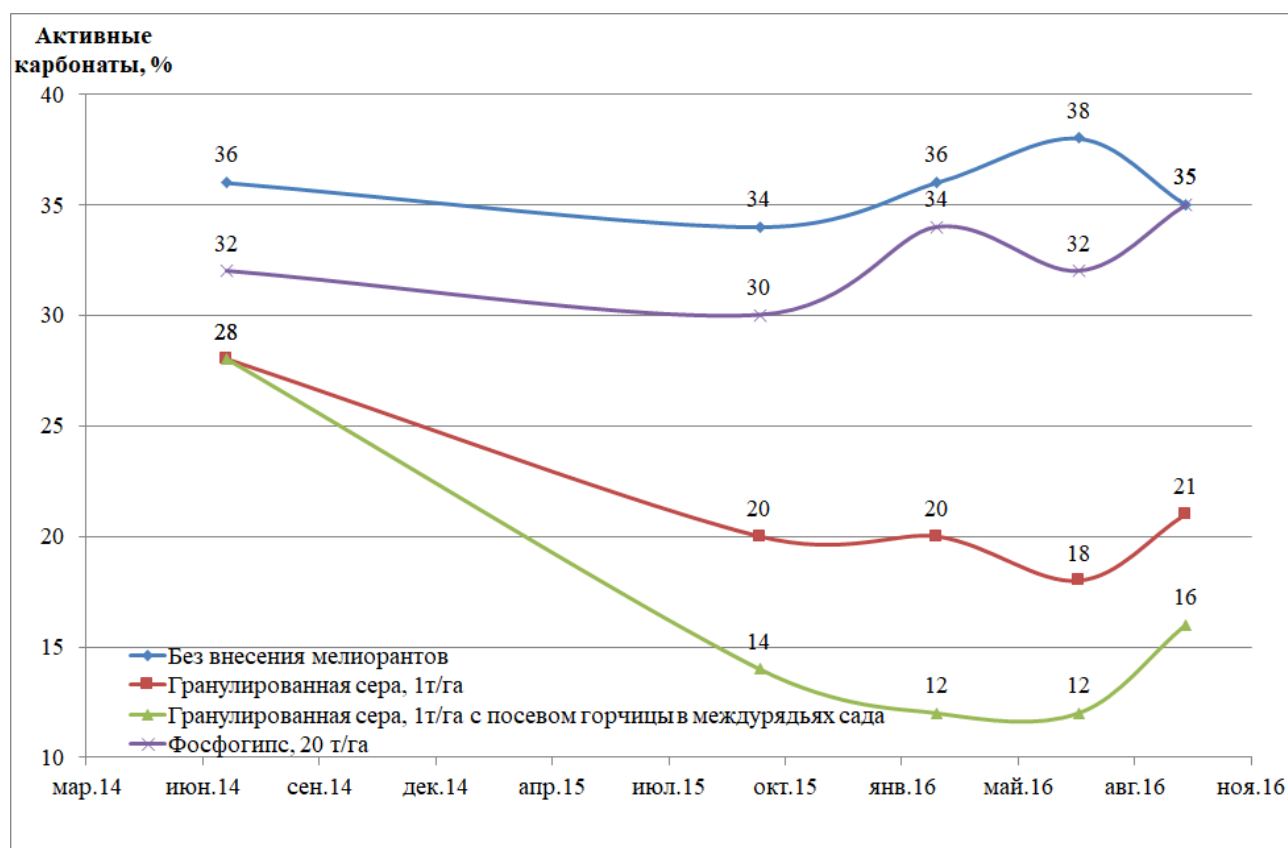


Рисунок 3.3. Динамика изменения активной карбонатности в насаждениях яблони под воздействием химических мелиорантов

### 3.1.2. Влияние мелиорантов на подвижность элементов минерального питания в почве

Использование химических мелиорантов может глобально менять подвижность элементов питания для растений. Особенно это связано с

использованием веществ, которые призваны связывать некоторые элементы. Общеизвестно, что многие элементы питания, как макро-, так и микроудобрения имеют характер взаимодействия, усиления или антагонистического характера при нахождении в почвенно-поглощающем комплексе.

Известно, что высокие концентрации кальция в значительной степени снижают степень поглощения корнями подвижного железа. В то же самое время, железо выступает антагонистом потребления магния, и т.д.

Значительное изменение реакции почвенного раствора может в значительной степени изменить уровни первоначальной доступности требуемых для растений веществ, переводя при химическом взаимодействии в менее растворимые или вовсе в недоступные формы.

Использование на карбонатных почвах химических мелиорантов в первую очередь призвано как раз снизить уровень активности извести или ионов кальция, выведя при этом из химического цикла основание угольной кислоты, превратив в воду и углекислый газ. Нами в качестве такого мелиоранта использовалась сера, которая связывает ионы кальция в недоступный ни для растений, ни для химических реакций гипс. Однако кроме гипса в процессе биохимического обмена могут связываться другие, ценные для растений элементы. Так, кроме ионов кальция основание серной кислоты делает слаборастворимым и ионы железа. В то же самое время, за счёт агрессивности ионов серной кислоты к органическому веществу в процессе его расщепления может высвобождаться и тем самым становиться более доступным азот, связанный магний, бор, молибден и некоторые другие элементы.

Агрохимическая служба, к которой обращается за консультацией садоводческое предприятие, проводит постоянный мониторинг состояния растений по листовой диагностике и тем самым выясняет изменения доступности основных элементов питания для растения.

Установлено (таблица 3.1), что применение в качестве мелиоранта серы делает менее доступной только два основных элемента – железа и бора, в то время, как применение фосфогипса в значительной степени связывает или делает

менее доступными целый спектр макро- и микроэлементов – самого кальция, железа, бора, калия др. Следует отметить, что внесение фосфогипса не увеличивает доступность фосфорных соединений. Это связано с тем, что ненасыщенные соединения ортофосфорной кислоты при попадании в высококарбонатный грунт связываются дополнительным количеством ионов кальция и становятся полностью замещённым соединением трёхзамещённой солью кальция ортофосфорной кислоты. Это соединение является совершенно недоступным для корневой системы растений минерально- и химически нейтральным веществом.

Таблица 3.1. Влияние применения почвенных мелиорантов на содержание элементов питания (в мг) в тканях растений яблони (данные листовой диагностики август 2016 г.)

| Элемент        | Норма (оптимум) концентрации элемента, мг/100 г. | Содержание элемента питания по вариантам, мг/100 г |              |                                |                    |
|----------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------|--------------------------------|--------------------|
|                |                                                  | Без внесения                                       | Сера, 1 т/га | Сера, 1 т/га с высевом горчицы | Фосфогипс, 20 т/га |
| Азот (общий)   | 2,2                                              | 2,0                                                | 2,6          | 1,9                            | 2,2                |
| Фосфор (общий) | 0,22                                             | 0,11                                               | 0,24         | 0,23                           | 0,12               |
| Калий (общий)  | 1,5                                              | 2,4                                                | 1,9          | 2,1                            | 1,1                |
| Кальций        | 1,8                                              | 1,6                                                | 1,7          | 1,8                            | 1,2                |
| Железо         | 210                                              | 120                                                | 80           | 83                             | 85                 |
| Магний         | 0,45                                             | 0,42                                               | 0,44         | 0,45                           | 0,43               |
| Бор            | 50                                               | 47                                                 | 32           | 31                             | 27                 |
| Медь           | 5,2                                              | 6,3                                                | 6,2          | 6,3                            | 6,3                |
| Марганец       | 200                                              | 110                                                | 185          | 180                            | 135                |
| Молибден       | 0,10                                             | 0,09                                               | 0,11         | 0,10                           | 0,09               |
| Цинк           | 55                                               | 47                                                 | 51           | 50                             | 45                 |

Отсутствие в списке дефицитных у варианта с использованием серы щёлочноземельного кальция не является необычным, поскольку для ризосферы растений более доступными являются соединения этого элемента именно в сульфатной форме, чем в карбонатной. Таким образом, гипс для растений более равномерно потребляемое растением соединение, чем другие формы кальция. В то же время, это соединение не вызывает токсикоза у корней растений в случае избытка в почве.

Одновременно с проводимой листовой диагностикой изучается активность фотосинтетического аппарата (рисунок 3.4). Установлено, что при использовании в качестве мелиоранта фосфогипса растения яблони испытывают в июле (засушливый период) паралич фотосинтеза. Это в сильной степени затормаживает биохимические процессы, обеспечивающие накопление растениями физиологически активных веществ, а также органических соединений, которые отвечают, как за ростовые процессы у самих деревьев, так и за формирование урожая.

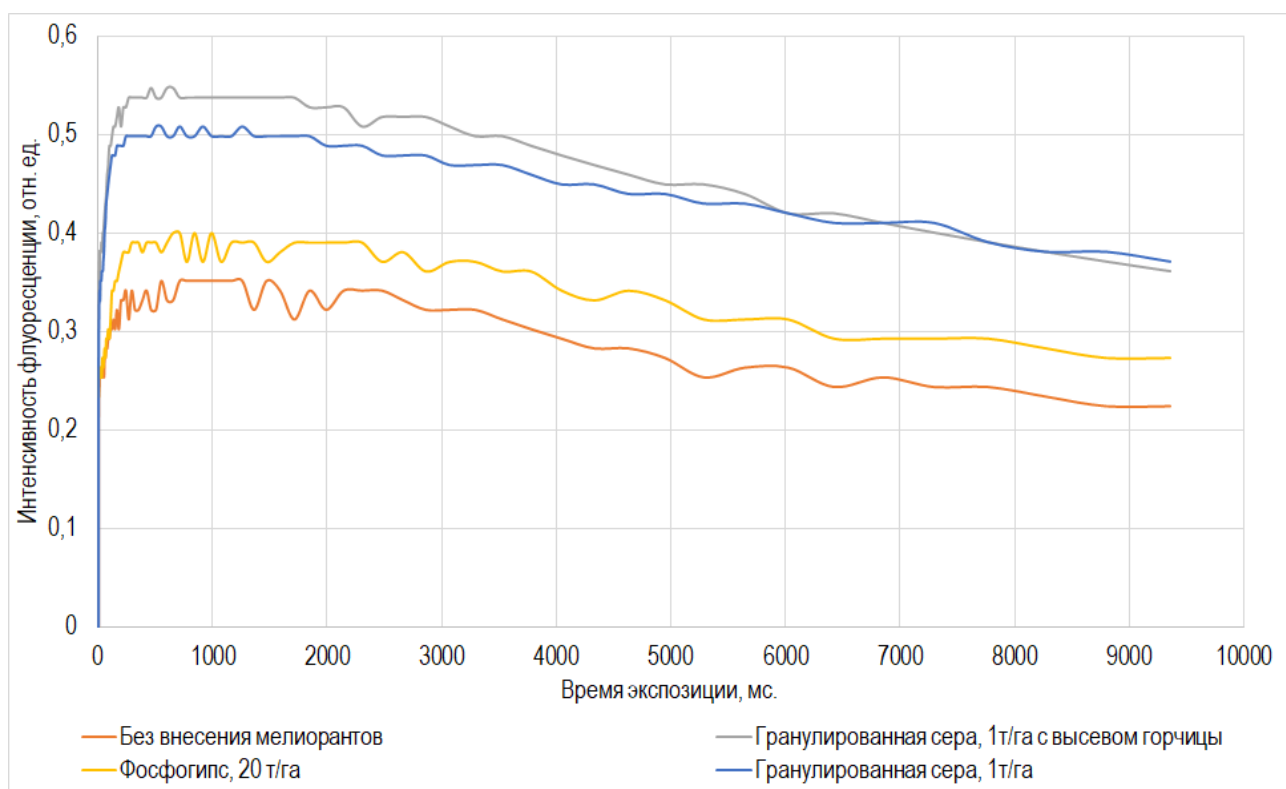


Рисунок 3.4. Активность фотосинтетического аппарата по интенсивности флуоресценции (реакция Каутского) листьев деревьев яблони сорта Голден Делишес Рейндерс, привитых на подвое М.9 в период интенсивного роста побегов (1 декада августа 2016 г.) в зависимости от применяемых мелиорантов перед закладкой многолетних насаждений

Различия в применении мелиорантов отмечаются и в скорости созревания плодов (рисунки 3.5 и 3.6).

Представленные фотографии подтверждают наши теоретические выводы. Показано, что при использовании в качестве мелиоранта – фосфогипса на 05 сентября наблюдается высокая степень накопления крахмала и низкий уровень расщепления полисахаридов во фруктозу и глюкозу.

Одновременно с этим, на участках с использованием серы деревья нормально проходят весь цикл развития, и внутри них происходит как накопление полисахаридов, так и осуществляется их ферментация до изомеров моносахаров, которые обуславливают степень созревания урожая.



Рисунок 3.5. Йодно-крахмальная проба плодов сорта Голден Делишес Рейндерс, выращенных на участке с использованием фосфогипса. Фото 05.09.2016 г. (ориг.)

В дальнейшем установлено, что плоды, собранные и заготовленные с участков с применением фосфогипса имели несколько более высокую степень физиологического расстройства в процессе их хранения. Так, у них наблюдалась более высокая степень стекловидности мякоти плодов, спустя месяц у сортов Чемпион и Гранни Смитт стал проявляться тёмный «загар» от хранения, а плоды сорта Голден Делишес Рейндерс раньше начали увядать в сравнении с этими же сортами, выращиваемыми на участках с применением серы.



Рисунок 3.6. Йодно-крахмальная проба плодов сорта Голден Делишес Рейндерс, выращенных на участке с использованием гранулированной серы.

Фото 05.09.2016 г. (ориг.)

Перечисленные физиологические расстройства в целом присущи данным сортам и могут проявляться в случае низкой степени доступности отдельных

элементов. Поэтому они легко устранимы использованием в качестве подкормок этими необходимыми растению веществами. Однако, на участках с использованием серы в качестве мелиоранта в подобных мероприятиях вообще нет необходимости.

### **3.1.3. Продуктивность насаждений яблони при использовании различных химических мелиорантов**

Физиологическое состояние деревьев, а также уровень доступности минерального питания напрямую влияет на вступление насаждений в продуктивный период, а также сам уровень урожайности.

В наших опытах внесение мелиорантов производилось за полгода до посадки сада. В то же самое время сам сад закладывался саженцами типа «Книппбаум», то есть с уже сформировавшимися цветковыми почками на боковых ветвях. Поэтому все деревья в изучаемых вариантах цвели и дали первый урожай в 2015 году, то есть в первую вегетацию жизни сада. По уровню урожайности в первую вегетацию деревья практически не имели отличия ни по сортам, ни по вариантам и дали в среднем 34,29 ц/га. То есть, в первую вегетацию был получен первый промышленный (объём для целесообразного сбора урожая и обеспечивающий частичную окупаемость затрат в текущем году). Однако, вследствие влияния почвенных условий, на следующую вегетацию урожайность имела существенную изменчивость (таблица 3.2).

Представленные данные показывают, что использование в качестве химического мелиоранта гранулированной серы практически вдвое увеличивают продуктивность насаждений на второй год. Это, в первую очередь, свидетельствует о том, что растения физиологически более готовы к закладке генеративных образований и цветковых почек, что ведёт к формированию плодов и повышению урожая.

Использование фосфогипса как мелиоранта также положительно влияет на продуктивность насаждений, но лишь на 80 %, в то время как применение серы

– повышает урожайность более чем вдвое (для простого использования серы) и почти в три раза для варианта с последующим посевом горчицы в междурядьях как сидеральной культуры.

Таблица 3.2. Урожайность насаждений яблони в зависимости от внесения химических мелиорантов при закладке сада. Данные 2015-2018 гг. (сад 2015 г. закладки (весна))\*

| Сорт                                                                                                                                                                                 | вариант                                                          | Год   |        |          |         | Среднее по варианту |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------|--------|----------|---------|---------------------|
|                                                                                                                                                                                      |                                                                  | 2015  | 2016   | 2017     | 2018    |                     |
| Голден Делишес                                                                                                                                                                       | Без внесения мелиорантов                                         | 34,0  | 140,0  | 173,6    | 184,8   | 133,10              |
|                                                                                                                                                                                      | Гранулированная сера, 1т/га                                      | 36,0  | 274,0  | 356,2    | 361,7   | 256,97              |
|                                                                                                                                                                                      | Гранулированная сера, 1т/га с посевом горчицы в междурядьях сада | 37,0  | 310,0  | 406,1    | 418,5   | 292,90              |
|                                                                                                                                                                                      | Фосфогипс, 20 т/га                                               | 34,0  | 213,0  | 270,5    | 276,9   | 198,60              |
|                                                                                                                                                                                      | Среднее по сорту                                                 | 35,25 | 234,25 | 301,60   | 310,47  | 220,39              |
| Чемпион                                                                                                                                                                              | Без внесения мелиорантов                                         | 33,0  | 160,0  | 198,4    | 211,2   | 150,65              |
|                                                                                                                                                                                      | Гранулированная сера, 1т/га                                      | 36,0  | 273,0  | 354,9    | 360,4   | 256,07              |
|                                                                                                                                                                                      | Гранулированная сера, 1т/га с посевом горчицы в междурядьях сада | 36,5  | 326,0  | 427,1    | 440,1   | 307,42              |
|                                                                                                                                                                                      | Фосфогипс, 20 т/га                                               | 34,0  | 227,0  | 288,3    | 295,1   | 211,10              |
|                                                                                                                                                                                      | Среднее по сорту                                                 | 34,88 | 246,50 | 317,16   | 326,69  | 231,31              |
| Гранни Смитт                                                                                                                                                                         | Без внесения мелиорантов                                         | 32,0  | 184,0  | 228,2    | 242,9   | 171,76              |
|                                                                                                                                                                                      | Гранулированная сера, 1т/га                                      | 33,0  | 239,0  | 310,7    | 315,5   | 224,55              |
|                                                                                                                                                                                      | Гранулированная сера, 1т/га с посевом горчицы в междурядьях сада | 34,0  | 356,0  | 466,4    | 480,6   | 334,24              |
|                                                                                                                                                                                      | Фосфогипс, 20 т/га                                               | 32,0  | 217,0  | 275,6    | 282,1   | 201,67              |
|                                                                                                                                                                                      | Среднее по сорту                                                 | 32,75 | 249,00 | 320,20   | 330,27  | 233,05              |
| Среднее за год                                                                                                                                                                       |                                                                  | 34,29 | 243,25 | 312,9892 | 322,475 | 228,25              |
| НСР <sub>05</sub> (В - мелиорант)=44,44; НСР <sub>05</sub> (С – условия года)=44,44;<br>НСР <sub>05</sub> (взаимод. ВС и АВС)=76,98; НСР <sub>05</sub> (для частных различий)=153,96 |                                                                  |       |        |          |         |                     |

\*Исходные данные к дисперсионному анализу представлены в приложении А1.

Проведённый дисперсионный анализ показал, что в период начала жизни сада до выхода насаждений в период полного промышленного плодоношения, практически не оказывают влияния сортовые особенности, поскольку данный фактор при обработке данных дисперсионным анализом не дал существенных

различий. С другой стороны, существенно и практически равноценно влияют факторы по внесению мелиорантов, а также условий года и взаимодействие этих факторов между собой.

Это, в первую очередь, объясняется тем, что насаждения только вступают в плодоношение, а также, во-вторых, находятся под влиянием стрессово высоких концентраций карбонатов в почве, которые контролируются применением мелиорантов.

Для подтверждения данной рабочей гипотезы, был проведен регрессионный анализ с целью определения влияния доли изучаемых факторов в виде единичных корреляционных связей, а также создания математической модели прогноза урожайности в зависимости от возраста насаждений, условий года по теплообеспеченности, а также реакции почвенного раствора и концентрации активной извести (приложение А2).

Полученная регрессионная модель имеет коэффициент множественной корреляции  $R=0.9335$  с тесной связью, а формула представлена в виде:

$$X1 = -489,76 - \frac{432,33}{X2} + \frac{5758,55}{X3} - \frac{1419,67}{X4} + \frac{1014934,23}{X5}, \quad (3.3)$$

где:

$X1$  – урожайность, ц/га;

$X2$  – возраст деревьев, полных лет;

$X3$  – pH почвы;

$X4$  – содержание активной извести, %;

$X5$  – теплообеспеченность, сумма температур выше  $10^{\circ}\text{C}$ .

При этом единичные коэффициенты корреляции показывают прямое влияние возраста деревьев яблони на уровень урожайности (0,771). Условия года, в виде теплообеспеченности по суммам активирующих температур оказывают также положительную коррелятивную связь с теснотой 0,671. Влияние реакции почвенного раствора на продуктивность насаждений, наоборот, имеет обратную связь с теснотой корреляции равной минус 0,3. То есть, при увеличении pH – продуктивность насаждений яблони будет снижаться.

Это объясняет, с математической точки зрения, что внесение мелиорантов, снижающих pH в сторону нейтрального уровня (в исследовании – применение серы, а также серы с последующим высевом горчицы), будет влиять положительно на увеличение продуктивности. Влияние концентрации активной извести на продуктивность насаждений показал меньшее влияние в сравнении с другими изучаемыми факторами ( $R=-0,197$ ), которым можно пренебречь в пользу реакции почвенного раствора.

С целью большего уточнения влияния реакции почвенного раствора на продуктивность насаждений, в виде второй итерации изучения полученных данных, был проведён регрессионный анализ с включением только pH (приложение А3). Модель множественной многомерной регрессии показала среднюю корреляционную тесноту связей ( $R= 0.6850$ ), а общая модель имеет вид:

$$X1 = -549085.38 + 212147.11 \cdot X3 - 27223.83 \cdot X3^2 + 1160.77 \cdot X3^3 \quad (3.4)$$

С другой стороны, поскольку теснота корреляционных связей по модулю уступает влиянию других факторов, не исключается также и комплексное взаимодействие биологической адаптивности самих растений, а также других факторов, не включенных в модель множественной регрессии.

#### **3.1.4. Использование биологической пластичности растений для снижения влияния неблагоприятных почвенных факторов**

Помимо применения методов предварительной мелиорации можно также использовать генетические особенности самих растений по снижению неблагоприятного воздействия отдельных факторов почвы. Для этого необходимо произвести выбор подвоя, способного нивелировать избыток или недостаток тех или иных веществ, а также антагонистов критически важных для продуктивности насаждений элементов питания.

Известно, что наиболее низкой карбонатостойкостью отличаются современные подвои для груши, которые представлены айвовыми формами. Так,

по литературным источникам известно, что айва Анжерская, используемая в качестве подвоя для груши способна выдерживать до 12 % активной извести в пахотном горизонте, в то же время как один из наиболее распространённых подвоев айва ВА-29 до 18, а зачастую до 21 % без проявления явных признаков карбонатного хлороза.

Опыт, проводимый автором в маточных насаждениях и в промышленном саду на подвоях груши Айва Анжерская (МА) и ВА-29, показал различные механизмы устойчивости самих корневых систем растений к карбонатности.

В модельном опыте в период с 2010 по 2018 годы на делянках с активной карбонатностью выше 26 % подвой МА проявлял хлоротичность в течение всей вегетации, хотя и не снижал выход отводков. ВА-29 в противоположность предыдущего подвоя не хлорозил и при изучении активности фотосинтетического аппарата методом Каутского (аппаратом Флора-тест 2) не наблюдалось органических изменений ни в фотосистеме 2, ни в фотосистеме 1 (рисунок 3.7).

Изучение архитектоники корневой системы показало, что подвой МА формировал мощно развитую скелетную древесину, с наиболее глубоко проникающими всасывающими корнями (рисунок 3.8 а). Эти корни, прорастая ниже окультуренного горизонта, попадают в слои с наиболее высоким содержанием карбонатов на фоне отсутствия или минимума нивелирующего их негативного действия гумуса. Это и приводит к повышенной чувствительности растений данного подвоя к высоким уровням карбонатов в почвах [163].

В это же время корневая система растений на подвое ВА-29 показала наличие не только глубоко проникающих скелетных корней, но и большое количество всасывающих корней в верхнем (пахотном, окультуренном) слое почвы (рисунок 3.8 б). При этом растения закреплены в почве, так же, как и предыдущий подвой, однако в благоприятные для роста и развития растений периоды способны поглощать элементы питания из верхних горизонтов почвы.

В них влияние повышенных концентраций карбонатов нивелируется большим количеством гумуса и других органических соединений, а также, при

высоком уровне агротехники ещё и использованием удобрений (физиологически кислые для снижения общей карбонатности или хелаты железа).

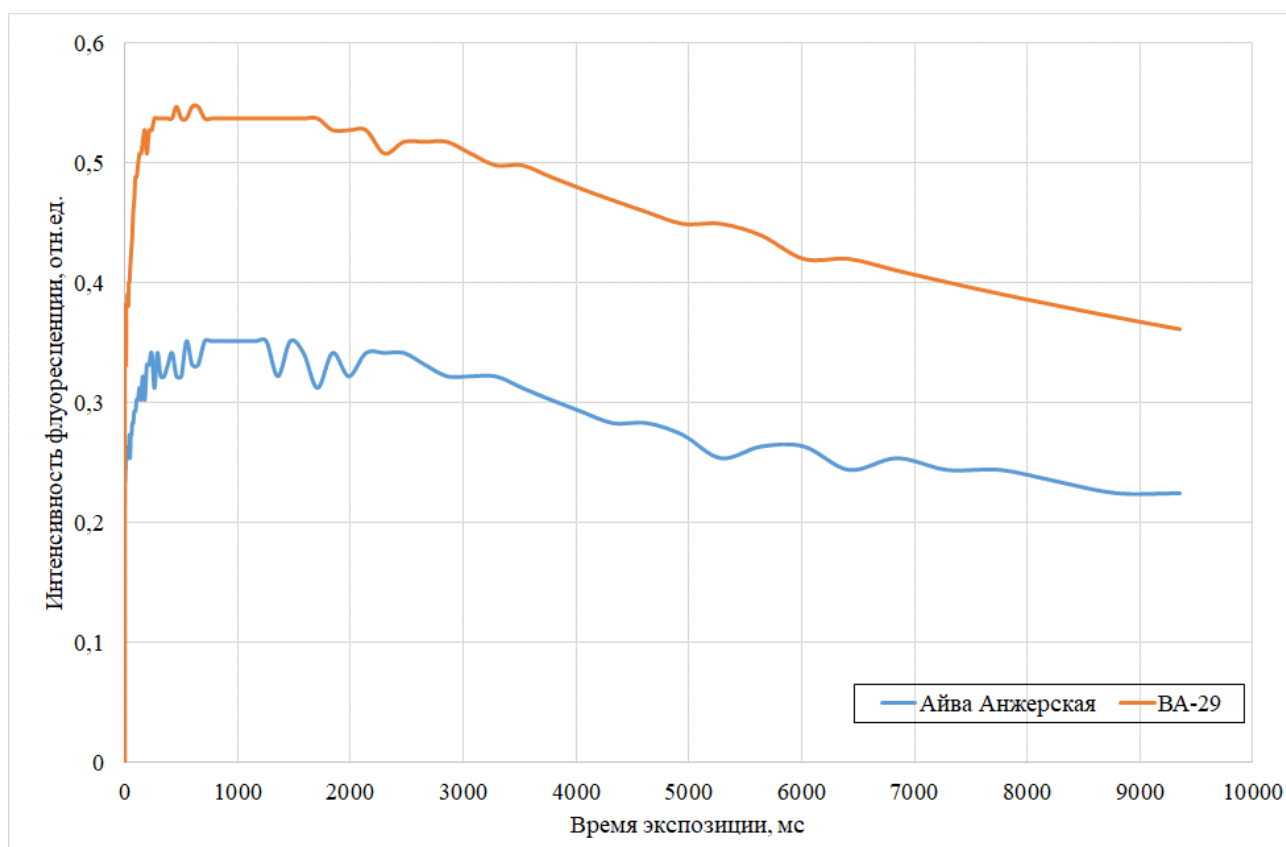


Рисунок 3.7. Активность фотосинтетического аппарата по интенсивности флуоресценции (реакция Каутского) листьев деревьев груши сорта Бере Арданпон, привитых на подвоях айва Анжерская и ВА-29 в период интенсивного роста побегов (1 декада июня)

Таким образом, при совершенно равных условиях питания, без дифференциации карбонатов и соотношения – карбонаты – органические вещества оба эти подвоя показывают одинаковый эффект устойчивости растений к повышенным концентрациям стрессовых веществ в почве.

Полученные данные по изучению содержания макро- и микроэлементов в листьях деревьев груши, привитых на изучаемые подвои айвовых форм, показывают (таблица 3.3), что их влияние на состояние растений может иметь разную природу. Одни, в силу своего роста и развития корней могут снижать влияние неблагоприятных факторов, размещают наиболее эффективную

всасывающую корневую систему в верхних, окультуренных слоях, а другие, отличающиеся большей устойчивостью, способны в целом нивелировать негативное воздействие стрессовых веществ. Эти особенности необходимо учитывать при подборе подвоев при закладке высокопродуктивных садов интенсивного типа.



а)

б)

Рисунок 3.8. Структура корневой системы клоновых подвоев груши айвовых форм Айвы Анжерской (а) и ВА-29 (б) в маточнике клоновых подвоев

Естественно, что при проведении удобрений растений, выращенных на подвоях, имеющих не глубоко залегающую корневую систему, даёт более быструю реакцию по устранению негативных стресс-факторов. Так, в случае проявления карбонатного хлороза современная агрохимическая наука рекомендует использовать в качестве подкормки при фертигации хелаты железа. При этом на подвоях формы ВА-29 улучшения состояния растений наблюдается

на 10...12 суток раньше, чем у Айвы Анжерской. Связано это с тем, что хелаты железа поглощаются быстрее поверхностными корнями подвоя ВА-29, в то время как в насаждениях на МА они должны вначале транспортироваться почвенным раствором в более глубокие слои, на что требуется намного больше времени.

Таблица 3.3. Содержание элементов питания в листьях груши сорта Бере Арданпон, привитого на подвоях айва Анжерская и ВА-29 в зависимости от периода развития. Сад посадки 2010 г. Данные наблюдения за 2018 г.

| Наименование<br>сорта | Наименование<br>подвоя | Календарный<br>срок учёта | Концентрация макроэлементов, %     |                               |                  |        |       |      |
|-----------------------|------------------------|---------------------------|------------------------------------|-------------------------------|------------------|--------|-------|------|
|                       |                        |                           | N                                  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO    | MgO   | S    |
| Эталон оптимума       |                        |                           | 2,30                               | 0,40                          | 1,80             | 2,50   | 0,60  | 0,25 |
| Бере Арданпон         | Айва<br>Анжерская      | 1д.06                     | 2,00                               | 0,34                          | 2,10             | 8,20   | 0,55  | 0,10 |
|                       |                        | 3д.08                     | 2,10                               | 0,36                          | 1,70             | 2,10   | 0,15  | 0,07 |
|                       | ВА-29                  | 1д.06                     | 2,10                               | 0,41                          | 2,20             | 8,10   | 0,57  | 0,11 |
|                       |                        | 3д.08                     | 2,20                               | 0,35                          | 1,50             | 2,55   | 0,35  | 0,11 |
| Наименование<br>сорта | Наименование<br>подвоя | Календарный<br>срок учёта | Концентрация микроэлементов, мг/кг |                               |                  |        |       |      |
|                       |                        |                           | Fe                                 | Cu                            | Zn               | Mn     | B     |      |
| Эталон оптимума       |                        |                           | 160,00                             | 15,00                         | 40,00            | 130,00 | 30,00 |      |
| Бере Арданпон         | Айва<br>Анжерская      | 1д.06                     | 98,00                              | 14,00                         | 37,00            | 110,00 | 21,00 |      |
|                       |                        | 3д.08                     | 0,35                               | 0,14                          | 29,00            | 95,00  | 11,00 |      |
|                       | ВА-29                  | 1д.06                     | 110,00                             | 14,00                         | 38,00            | 115,00 | 24,00 |      |
|                       |                        | 3д.08                     | 35,00                              | 9,80                          | 35,00            | 102,00 | 19,00 |      |

Этот факт является наибольшим преимуществом при выборе садоводами подвоя ВА-29 для закладки грушевых садов.

Таким образом, на высококарбонатных почвах с содержанием активной извести 28...36% эффективным мелиорантом выступает гранулированная сера при норме внесения 1 т/га, с последующим посевом горчицы в междурядьях сада, что обеспечивает временное в течении 2-х лет снижение активной карбонатности до 12...16%. Насаждения при этом обеспечивают прирост урожайности в сравнении с контролем на 105%. При этом существует возможность использования и экологической пластичности растений для преодоления негативного воздействия высокого уровня карбонатности, подбирая подвои, обеспечивающие повышенную карбонатоустойчивость.

### 3.2. Изучение устойчивости подвоев к дефициту влаги в почве

Не менее важным для адаптивных насаждений плодовых культур является также низкая чувствительность к дефициту влаги, а также приспособляемость растений к нему, в случае перебоя с орошением в течение вегетационного периода.

Нашими исследованиями установлено, что в большей степени устойчивость растений к дефициту влаги меняется в зависимости от вида подвоя. Так, самыми засухоустойчивыми являются растения, выращиваемые на сеянцевых подвоях. Это подтверждается данными и других учёных [64, 110, 187]. При этом утверждается, что корневые системы сеянцевых подвоев имеют более агрессивную корневую систему и способны быстро поглощать доступную влагу из почвы. В ходе наших исследований установлено, что корневая система сеянцевых подвоев в целом имеет такую же поглощающую способность, при равном, с клоновыми подвоями, развитии объёма корневой системы. Однако направление роста и развития корней отличаются от самого вида подвоев. Так, клоновые подвои, как уже отмечалось, в основном осваивают окультуренный слой грунта до 60 см, а среднерослые – до 80 см (рисунок 3.9).

В то же время корневая система сеянцевых подвоев уже на третий год жизни дерева переносит основную массу корней и формирует их на большей глубине. Отдельные корни проникают до 100 см, а максимальная масса находится в слое глубже плантажного горизонта.

С возрастом корневая система претерпевает некоторые изменения. Наблюдения, проводимые над теми же растениями в 2007 году, показали, что корневые системы значительно изменили свою структуру размещения (освоения) по глубине почвенного профиля (рисунок 3.10).

За три года роста деревьев глубина проникновения у клоновых подвоев изменилась незначительно. Зато, в целом размещение корней больше переместилось в более глубокие горизонты. Это связано с тем, что корни могут

продолжать рост и развитие не только в период вегетации, но также и в период органического покоя надземной части растения. В это время (вторая половина осени – зима) верхний слой почвы может замерзать, а в нижнем – корни растут в относительно влагообеспеченных условиях, осваивая новые площади. Корневая система клоновых подвоев исключительно требовательна к скважности почв, а также наличию легко подвижных минеральных веществ и органики.

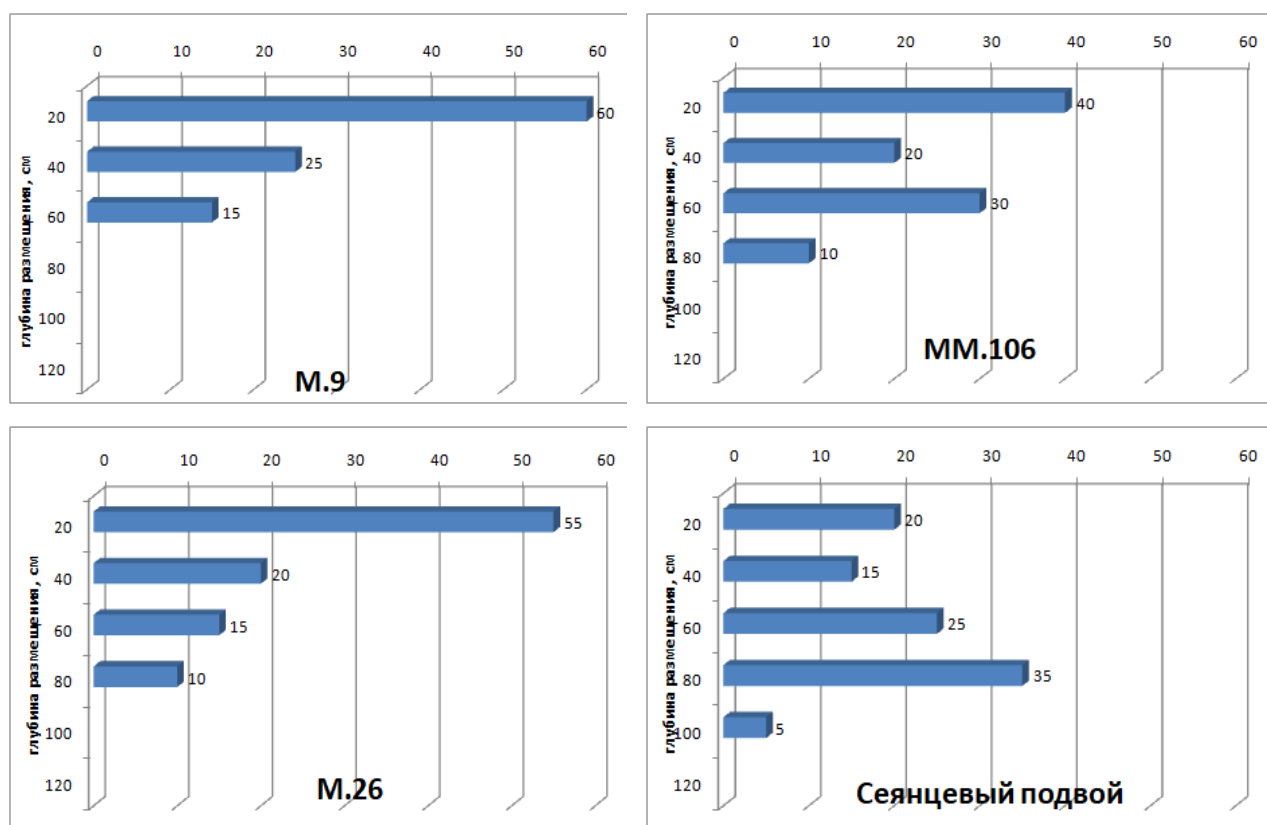


Рисунок 3.9. Структура корневой системы (в %) деревьев яблони сорта Голден Делишес, привитых на различных подвоях. Деревья трёхлетнего возраста. Результаты 2010 года

При этом корни клоновых подвоев не формируют такого прочного корневого чехлика, как у сеянцевых подвоев. Это и приводит к тому, что корни в основном размещаются в нижней части плантажного горизонта и в большинстве случаев глубже не прорастают. Корни же сеянцев способны в течение года проникать всё глубже, стремясь достигнуть зоны оптимальной водообеспеченности для бездефицитного роста и развития деревьев.

В отличие от клоновых, корни сеянцевых подвоев к седьмому году осваивают почвенный профиль до 140 см, а отдельные всасывающие корневые волоски и проводящие корни отмечены в более глубоких слоях почвы, внедряясь в материнскую породу. Установлено, что основная масса всасывающих корней у деревьев, привитых на сеянцевых подвоях, лишь на третий год находится в слоях, где кромка капиллярной влаги стабильна в течение вегетации. К седьмому году практически все всасывающие корни растений располагаются в данной зоне, обеспечивая бездефицитное питание влагой надземной части деревьев.

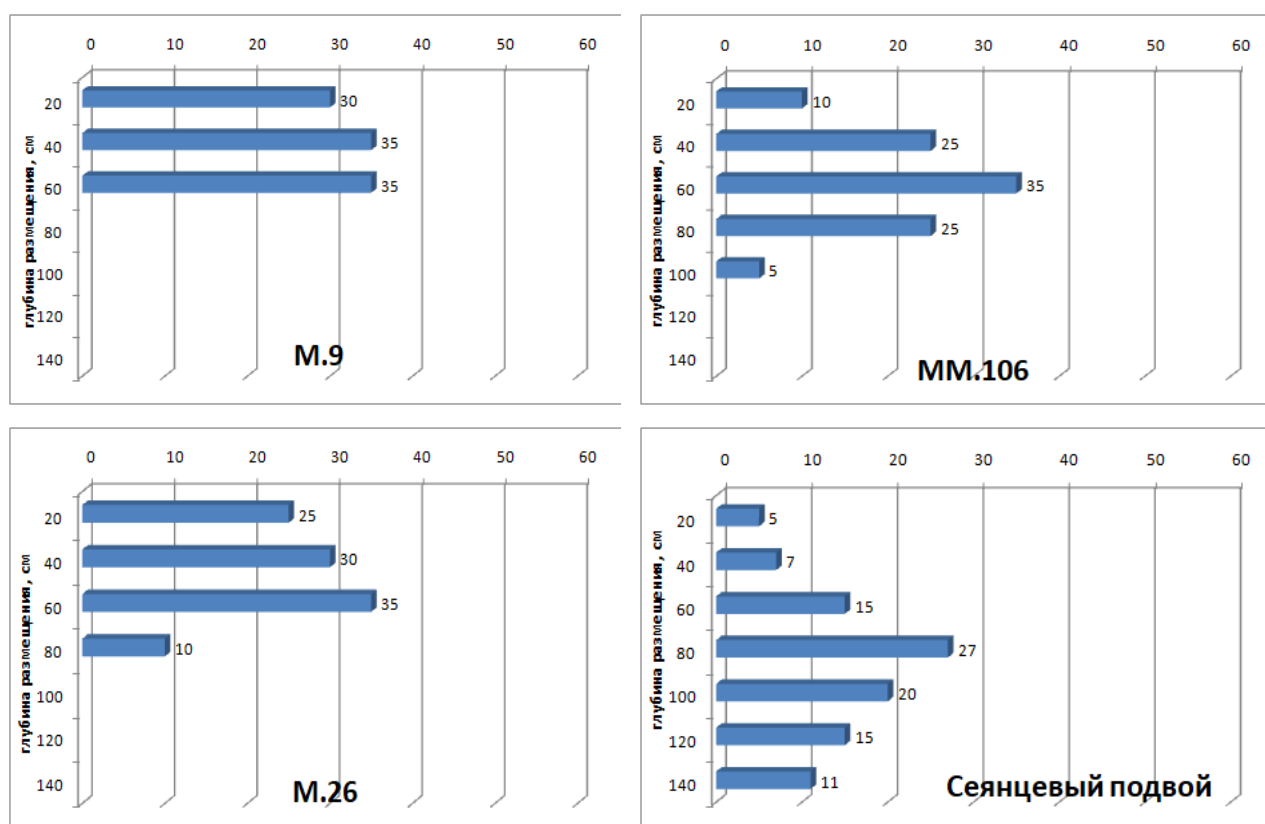


Рисунок 3.10. Структура корневой системы (в %) деревьев яблони сорта Голден Делишес, привитых на различных подвоях. Деревья шестилетнего возраста. Результаты 2013 года

При этом корни деревьев, привитых на клоновых подвоях не способны в полной мере обеспечивать влагой надземную часть, если не обеспечивать содержание почвы под чистым паром.

Это объясняется значительным различием у деревьев массы корневых систем в зависимости от подвоев по силе роста и происхождения (таблица 3.4). Видно, что абсолютная масса корней наибольшая у деревьев на сеянцевых подвоях и превышает массу корней среднерослого подвоя в три раза, а карликового – почти в семь раз. Причём глубина залегания корней у сеянцевого подвоя вдвое превышает этот показатель у карликовых подвоев.

Таблица 3.4. Масса корней (в кг) у деревьев яблони сорта Голден Делишес, привитых на различных подвоях. Деревья шестилетнего возраста. Результаты 2013 года

| Глубина почвенного горизонта, см | Подвой |      |        |                  |
|----------------------------------|--------|------|--------|------------------|
|                                  | М.9    | М.26 | ММ.106 | Сеянцевый подвой |
| 0...20                           | 7,5    | 9,0  | 5,2    | 8,7              |
| 21...40                          | 8,8    | 10,8 | 13,0   | 12,2             |
| 41...60                          | 8,8    | 12,6 | 18,2   | 26,1             |
| 61...80                          | -      | 3,6  | 13,0   | 47,0             |
| 81...100                         | -      | -    | -      | 34,8             |
| 101...120                        | -      | -    | -      | 26,1             |
| 121...140                        | -      | -    | -      | 19,1             |
| Всего масса корней               | 25,1   | 36,0 | 49,4   | 174,0            |

Кроме этого глубоко залегающие корни сеянцевых подвоев значительно превышают даже общие массы корней отдельных деревьев. Так, масса корней клонового подвоя М.9 составляет 25,1 кг, размещаясь в профиле от нуля до шестидесяти сантиметров, в то время как сопоставимые по массе (26,1 кг) корни у сеянцев залегают на глубине 101...120 см, где уже в течении года имеется достаточно влаги, не опускаясь ниже 65 % от ППВ. В менее глубоких слоях почвы для корневой системы деревьев засчёт постоянного продвижения гравитационной влаги в более глубокие слои, а также в связи с тем, что в слое 41...60 см размещаются корни тавянистой растительности, влаги будет много меньше, чем в слоях глубже 60 см. В более глубоких слоях, доступных для

корневой системы лишь сеянцевым подвоям влаги содержится значительно больше и может достигать оптимума развития деревьев – 75...80 % от ППВ.

Нахождение влаги в этих горизонтах связано с гравитационным движением воды, с относительным избытком, накопившимся в зимний период. Как известно, зимой, на фоне пониженных либо отрицательных температур влага имеет низкие темпы испарения и может накапливаться без активного использования. Однолетних растений нет, у эфемеров либо рост совершенно отсутствует, либо он минимален, а многолетние растения потребляют лишь то количество воды, которое необходимо надземной части растений для предотвращения иссушения тканей. Поэтому, оттаивая во время оттепелей влага, без потребления насыщает грунт и постепенно опускается в нижние горизонты. Зачастую вода опускается ниже основного размещения корневых систем большинства растений (сорняков, луговых и залужающих трав, кустарников) и становится не доступной также и для большинства деревьев на клоновых подвоях с основной массой расположения корней до 80 см включительно. Как раз такой слой почвы и является границей расположения всех изучаемых и самых распространённых подвоев у яблони.

Подобная картина наблюдалась и в наших опытах по выращиванию насаждений сливы на базе Опытного сада 2010 года посадки в Учебно-опытном хозяйстве Института «Агротехнологическая академия». В процессе выращивания сада определялась глубина развития корней. В течении первых четырёх лет развития растений их корни не достигли слоя, гарантированного влагонакопления. Поэтому насаждения орошались нормами, способными удовлетворить потребность водой с условием того, что орошение проводилось не чаще чем один раз в месяц. При этом корни, расположенные в нижних слоях почвы, находились в зоне достаточного увлажнения более долгий период и могли продолжать расти и развиваться, стремясь за водой. В итоге на четвёртый год (2014 г.), когда в силу объективных причин орошать, из-за общего в регионе дефицита воды, не получилось, деревья не только оказались способны обеспечить нормальный рост, развитие, формирование урожая, но также и

заложили нормальное количество цветковых почек на будущую вегетацию. Эта тенденция, по нашим наблюдениям, продолжается и спустя четыре года без какого-либо заметного снижения продуктивности насаждений и угнетения общего состояния деревьев.

Подобная акклиматизация может проводиться также и на деревьях, привитых на клоновых подвоях. В опытном саду яблони Института «Агротехнологическая академия» проводилось изучение корневых систем деревьев, привитых на подвое М.9, высаженных в 2007 году. Растения в первые четыре вегетации, до момента вступления в период полного плодоношения, орошались с учётом необходимости насыщения грунта до 80 % от ППВ в метровом слое не чаще одного раза в месяц. После четвёртого года жизни сада объёмы оросительной воды стали постепенно снижать, сведя их 2014 году до полного отсутствия поливов. Установлено, что корневая система растений распространяется не только вдоль ряда, но и распространяется в направлении междурядий ниже обрабатываемых механизмами слоёв почвы в дальнейшем заглубляясь в горизонты, не доступные для всасывающих корней сорной растительности (рисунок 3.11).

Особенности подобного развития корневой системы в значительной степени снижает уровень отzyва растений на применение удобрений растений через систему фертигации. Поэтому за рубежом общепринятым является использование регулярного подрезания корневых систем деревьев, выходящих за профиль защитных зон ряда. Это создаёт предпосылки для формирования новых всасывающих корней у основания дерева у самой поверхности почвы, что увеличивает его позитивную реакцию на применение подкормок.

В условиях же дефицита влаги, главным ограничивающим фактором, является водообеспечение растений. Поэтому корни должны осваивать как можно большую площадь водосбора, тем самым обеспечивая максимальную при сложившихся условиях продуктивность.



Рисунок 3.11. Корневая система пятилетних деревьев яблони, привитых на подвое М.9

Стимулирование развития корневой системы деревьев, привитых на клоновых подвоях в первый период жизни насаждений до их вступления в полное плодоношение, позволяет получать в дальнейшем приемлемые для

экономики результаты. Однако, в случае превышения возможностей дерева по воспитанию урожая в каждом конкретном текущем году насаждения могут перейти в периодичное плодоношение.

При этом урожайность может колебаться в больших пределах с высоким коэффициентом периодичности. В таких случаях размах между минимальным и максимальным по урожайности годами колеблется зачастую в два – три раза. Это создаёт предпосылки определения потенциала продуктивности насаждений в каждой объективно сложившихся условиях и постепенного выхода на расчётный показатель при помощи регулирования плодоношения как в урожайные годы (снижения количества завязи у деревьев), так и в неурожайные (стимулирование завязываемости плодов).

Таким образом, у деревьев яблони, привитых на более рослые подвои, отмечается более продолжительный процесс развития (онтогенеза) корневой системы. На карликовом подвое М.9 глубина освоения почвенного профиля не отличается на шестой год от таковой в третьем году, в то время как у деревьев на сильнорослом подвое она увеличилась на 40 см.

### **3.3. Расчёт теплообеспеченности (по суммам температур выше 10 °С) почвенно-климатических зон Крыма, определяющей развитие плодовых и ягодных культур**

Климатические показатели в значительной степени влияют на развитие растений, формирование урожая и его качество. В основном учитываются такие элементы климата как:

- суммы активных температур;
- продолжительность вегетационного периода;
- минимальные температуры в зимний период;
- вероятности заморозков в весенний и осенний периоды.

Для плодовых культур суммы активных температур приняты за такие, которые превышают порог 10 °С. Для каждой культуры и группы сортов по срокам созревания существуют свои показатели (таблица 3.5) [50, 143].

Таблица 3.5. Агробиологические требования садовых культур к теплообеспеченности\*

| Культура                   | Сумма активных температур, °С | Продолжительность вегетационного периода с t 10 °С, суток |
|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Яблоня:                    |                               |                                                           |
| Летние сорта               | 1800 – 2000                   | 70-80                                                     |
| Осенние сорта              | 2200 – 2400                   | 80-100                                                    |
| Зимние сорта               | 2400 – 2600                   | 100-110                                                   |
| Поздnezимние сорта         | 2200 – 2600                   | 145-180                                                   |
| Груша:                     |                               |                                                           |
| Летние сорта               | 2200 – 2400                   | 80-90                                                     |
| Осенние сорта              | 2400 – 2600                   | 90-100                                                    |
| Зимние сорта               | 2600 – 3000                   | 110-115                                                   |
| Вишня                      | 2200 – 2400                   | 110-115                                                   |
| Слива                      | 1800 – 2000                   | 130-140                                                   |
| Абрикос                    | 2800 – 3000                   | 100-115                                                   |
| Черешня                    | 2700 – 2900                   | 160-200                                                   |
| Персик, нектарины, миндаль | 3200 – 3400                   | 115-120                                                   |
| Орех грецкий               | >2000                         | 165                                                       |
| Облепиха                   | 1900 – 2000                   | 130-150                                                   |
| Крыжовник                  | 1500 – 1600                   | 95-105                                                    |
| Смородина красная          | 1550 – 1750                   | 105-120                                                   |
| Смородина черная           | 1400 – 1600                   | 90-105                                                    |
| Малина                     | 1100 – 1200                   | 70-75                                                     |
| Земляника                  | 1700 – 1900                   | 100-115                                                   |

\* Авторский анализ данных, полученных Дорошенко Т.Н. и др (2016) [22], Бублик М.О. (2002) [30, 245], Гуцин М.Ю. (1969) [65], Иванов В.Ф. (1998) [99], Меженский В.Н. (2004) [143], Никитинский Ю.И. (1970) [153], Ценер Г.Г. и др. (1996) [206], Иванов В.Ф. и др. (1998) [217], Bray E.A. и др. (2000) [244], Challinor A.J. (2014) [255].

Подобные данные найдены и рекомендуются и для других культур и их групп сортов. Основой для нахождения этих показателей является период уборки урожая. Конечная дата созревания плодов и ягод сравнивается с показателями суммы температур выше  $10^{\circ}\text{C}$ , а также продолжительностью периода от начала накопления активных температур до момента самой уборки фруктов, орехов и ягод.

С методологической точки зрения, агрометеорологи рассчитывают сумму активных температур при условии, что переход через среднесуточную температуру будет стабильным. То есть не будут отмечаться понижения дольше пяти суток подряд. Считается, что снижение температуры, активирующей биологические процессы останавливает развитие растений в текущей вегетации и при восстановлении тёплого периода они не восстанавливаются, а начинаются с начальной точки развития.

В ходе наших наблюдений, проводимых с 2007 года установлено, что не всегда данные показатели могут в полной мере отображать реальность этих показателей. В первую очередь это касается температурного показателя, активирующего развитие надземной части растений температурой выше  $10^{\circ}\text{C}$  [164].

Изучая фенологическое развитие деревьев абрикоса, вступивших в период полного плодоношения установлено, что в отдельные годы растения начинали своё развитие задолго до установления стабильных температур, проходя фазы набухания, распускания почек, формирования бутонов, а иногда и вступая в фазу массового цветения.

Так, большинство сортов абрикоса в 2014 году в учебно-опытном хозяйстве Института «Агротехнологическая академия» на участке, прилегающем к селу Солнечное (Симферопольский район) показал массовое цветение 24 марта. При этом более 80 % сортов в основном азиатского и южного происхождения завершили фенологическую фазу опадением лепестков. Однако накопление стабильных температур выше  $10^{\circ}\text{C}$  на метеостанции отмечено лишь 10 апреля. До фактически отмеченного цветения на деревьях абрикоса отмечена

среднесуточная температура воздуха в пределах 7,1...9,3 °С. При этом максимальная температура воздуха в дневное время могла достигать 17,6 °С, а минимальная не опускалась до начала фазы развития растений (за 12 суток до отмеченной даты) ниже минус 3,6 °С (таблица 3.6).

Таблица 3.6. Показатели температуры воздуха в период с 12.03.2014 г. по 30.03.2014 г. на метеостанции Симферополь (WMO\_ID=33946)

| Дата       | Температура воздуха, °С |             |              |
|------------|-------------------------|-------------|--------------|
|            | Средняя                 | Минимальная | Максимальная |
| 12.03.2014 | 3,8                     | -3,6        | 11,5         |
| 13.03.2014 | 4,4                     | 1,0         | 10,0         |
| 14.03.2014 | 6,8                     | 1,5         | 13,0         |
| 15.03.2014 | 9,9                     | 5,1         | 16,2         |
| 16.03.2014 | 7,1                     | 5,6         | 7,8          |
| 17.03.2014 | 4,9                     | 1,4         | 5,6          |
| 18.03.2014 | 8,6                     | 4,6         | 12,7         |
| 19.03.2014 | 9,6                     | 1,7         | 16,8         |
| 20.03.2014 | 9,1                     | 6,5         | 11,7         |
| 21.03.2014 | 9,0                     | 2,1         | 14,7         |
| 22.03.2014 | 9,3                     | 1,6         | 17,6         |
| 23.03.2014 | 8,3                     | 1,2         | 17,2         |
| 24.03.2014 | 10,7                    | 2,5         | 20,7         |
| 25.03.2014 | 12,2                    | 5,9         | 22,4         |
| 26.03.2014 | 9,9                     | 5,9         | 16,1         |
| 27.03.2014 | 9,7                     | 5,5         | 14,6         |
| 28.03.2014 | 9,6                     | 5,5         | 14,8         |
| 29.03.2014 | 4,2                     | 2,6         | 4,0          |
| 30.03.2014 | 2,2                     | -3,5        | 8,1          |

Применяя методологию, принятую агрометеорологами, для учёта активных температур, можно было бы утверждать, что:

- растения в данный момент были не способны развиваться, поскольку не отмечено активизирующих температур кроме конкретного дня учёта;

- если даже в растениях и отмечались активизирующиеся под воздействием температурного перехода в период с 24 по 25 марта 2014 года физиологические процессы, то последующее снижение температуры их накапливающийся эффект

обнулили, а, следовательно, растение пришло в исходное для начала развития состояние.

Однако многолетние растения, если начали развиваться и начались процессы развития органов надземной части, растения уже не способны их возвращать в исходное состояние. Набухшие клетки напитаны водой, работает восходящий насос, подающий влагу и растворённые питательные вещества в надземную часть дерева, а клетки начинают своё деление и формируют отдельные вегетативные и генеративные органы.

Поэтому являются объективными утверждения, что:

- температуры, активирующей процессы вегетации многолетних плодовых растений умеренного климатического пояса, отличаются от общепринятых  $10^{\circ}\text{C}$  и для каждой культуры, а возможно и для отдельной группы сортов по происхождению. Это требует поиска нового показателя активной температуры, применимого исключительно для каждой породы (культуры) или их групп сортов;
- для точного подбора активных температур необходимо учитывать прохождение фенологических фаз развития отдельных сортов по месту происхождения;
- следует предположить, что методология учёта активных температур, которая на сегодня принята агрометеорологами не в полной мере отображает реальную ситуацию в необходимом теплообеспечении растений, а, следовательно, необходимо пересмотреть критерии в потребности тепла для развития плодовых растений.

Приведённые выше в таблице 3.6 показатели потребности в активных температурах, действительно не в полной мере отображают общую картину в теплообеспеченности территории для определения возможности выращивания той или иной культуры. Так, показанные суммы температур в целом оцениваются как необходимые для воспитания растениями урожая, о чём уже указывалось. Однако многолетние растения после созревания плодов должны также подготовиться к зимнему снижению температуры. После сбора фруктов,

на формирование которых растение перераспределяет весь свой энергетический баланс, деревья используют высвободившиеся ресурсы на подготовку к зиме. В многолетней части растений начинают накапливаться пластические вещества, заканчиваются процессы лигнификации тканей, формирование крахмала, а у семечковых культур ещё и сорбита, насыщаются цитоплазмы клеток растворами калия и фосфора. Это всё обеспечивает максимальное сопротивление растений к низким отрицательным температурам в пределах их биологических возможностей.

Для данного процесса необходимо время и оптимальные условия. Оптимальными условиями можно, в первую очередь, назвать общую генеральную тенденцию постепенного снижения среднесуточных температур с увеличением размаха (дельты) температур между максимальными дневными и ночными минимальными показателями.

Финальным процессом подготовки растений к зиме являются переход минимальных температур через  $0^{\circ}\text{C}$  при общих и средних температурах воздуха выше температуры активации физиологических процессов. При этом отмечается отток подвижных питательных веществ из листьев, как стадийно устаревших частей растений, которые в период покоя не функционируют, а под воздействием отрицательных температур в органеллах (хлоропластах) клеток которых начинает деградировать хлорофилл. Именно высвобождение ионов магния запускает механизм оттока всех подвижных веществ из листьев в многолетнюю часть растений.

Также установлено, что в значительной степени отличается и сумма температур необходимая для завершения процессов подготовки растений к состоянию покоя. На рисунке 3.12 приведены учёты фенологических фаз развития сортов яблони зимнего срока созревания в опытах, проводимых на базе учебно-опытного сада Института «Агротехнологическая академия».

Из таблицы 3.6 видно, что для зимних сортов яблони необходима сумма температур в пределах  $2600^{\circ}\text{C}$ . В это же время, проведённые нами наблюдения показывают, что по средним многолетним данным, проводимым с 2007 года,

такое накопление температур наступает 24 августа, в то время как фактическое созревание плодов наступает в сентябре, а у сорта Пинк Леди – в октябре месяце.

Так же достаточно разный период, необходимый растениям для подготовки к глубокому (органическому) покою. Наиболее длительный он так же у сорта Пинк Леди. В большинстве лет, этот сорт показал себя таким, который не формирует отдельной ткани у основания листьев до наступления устойчивых отрицательных температур. Следовательно, ему, для окончания вегетации необходимы значительно большая теплообеспеченность территории, чем 3653 °С. Действительно, в других районах Республики Крым, где выращивается этот сорт, и в отдельные годы с меньшей суммой температур, растения даже не оканчивают полное одревеснение верхушек однолетнего прироста. У остальных сортов зимнего срока созревания суммы температур, необходимые для окончания вегетационного развития растений в целом одинаковые.

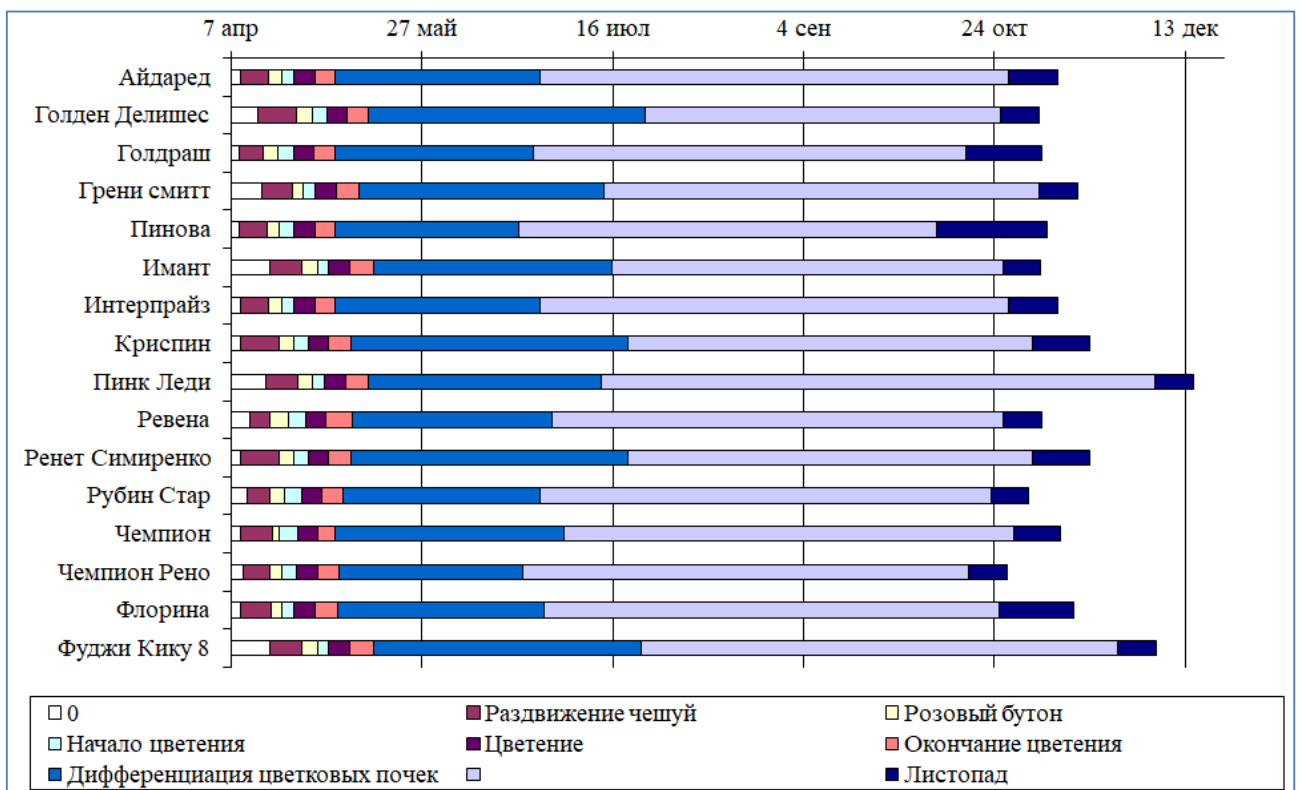


Рисунок 3.12. Фенофазы развития сортов яблони зимнего срока созревания

Как видим, необходимо учитывать не только срок созревания плодов у растений, но также и некие другие факторы индивидуального их развития. Существует гипотеза, что растения максимально приспосабливаются к тем условиям окружающей среды, в которой они выведены или отобраны. В таком случае сорт яблони Пинк Леди, имеющий южное происхождение зоны садоводства (Австралия, селекционер Крипп 1979 год), будет более требовательный к теплообеспеченности территории выращивания. Ведь он был отобран по продуктивности, вкусовым и товарным качествам именно в той зоне, где тепла в период вегетации значительно больше, чем в условиях Крыма.

Подобная картина отмечается не только для сортов, полученных вследствие гибридизации, но также и отобранных клонов уже существующих сортов. Наблюдения за клонами сорта Джонаголд, проводимые в период 2013-2020 гг. показали, что отдельные клоны, происходящие из разных климатических зон, несколько отличаются по периоду завершения вегетационного периода и его продолжительности (рисунок 3.13). Принимая классический сорт Джонаголд, полученный в США, штате Нью Йорк (селекционная станция Женева, 1943 г.), за контроль и эталон мы видим, что Джонаголд Декоста быстрее заканчивает вегетацию, поскольку происходит из зоны северной Бельгии – более влажной и мягким ходом температур вследствие влияния Гольфстрима.

С другой стороны, выведенные клоны Джонаголд Джоника и Морренс Джонагоред изначально позиционировались оригинаторами (Нидерланды, Бельгия) как более позднего срока созревания, а, следовательно, с более продолжительным периодом вегетации и требовательностью к накоплению тепла.

Немаловажную роль играет и место происхождения не только близкородственных сортов, как в предыдущем случае с клонами сорта Джонаголд, но и при интродукции в другую по теплообеспеченности зону выращивания.

В опыте по изучению фенологии развития интродуцированных сортов яблони, выведенных в Украине, установлено, что, не смотря на их описание

оригинатором как зимние по сроку созревания, они проявляют себя в условиях Предгорного Крыма как осенние, либо раннезимние (рисунок 3.14).

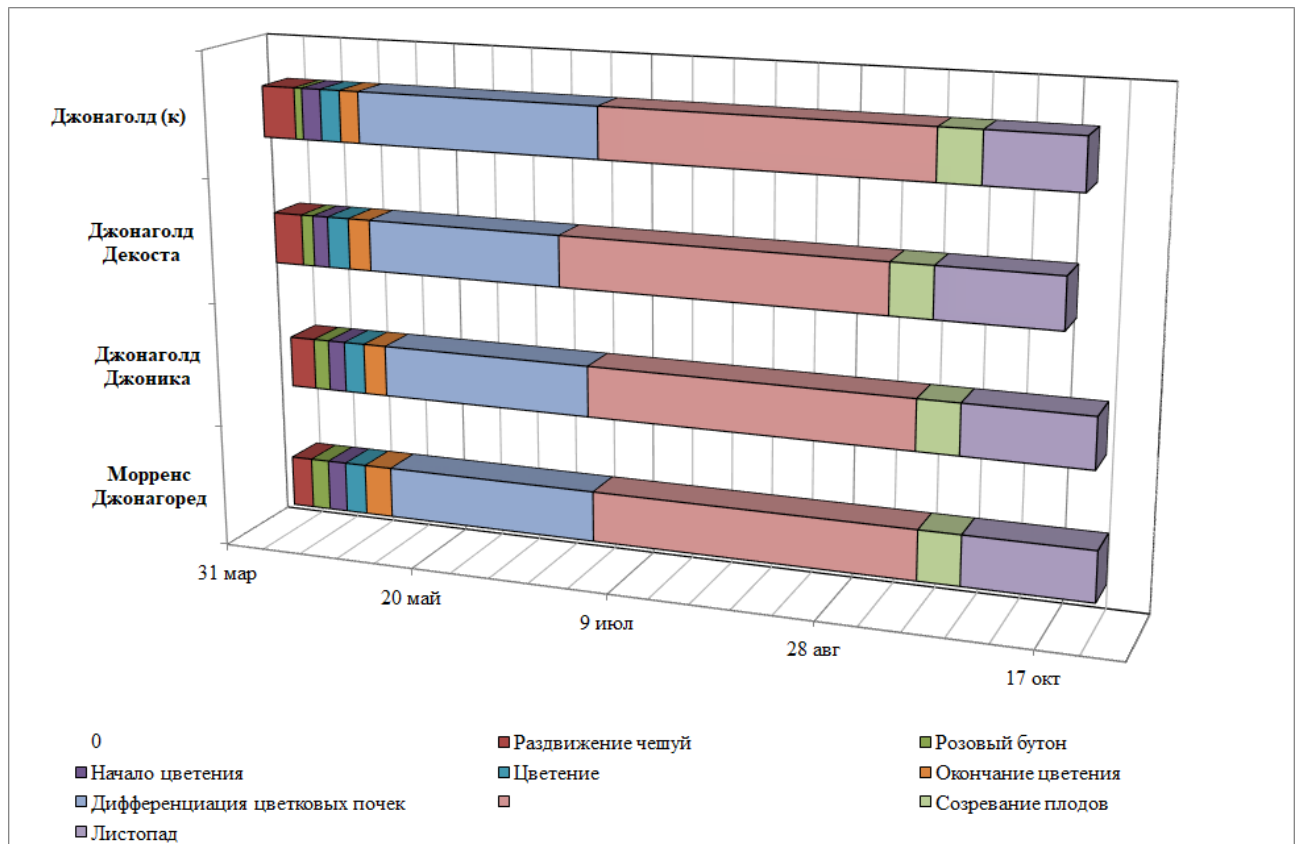


Рисунок 3.13. Фенофазы развития деревьев яблони Клонов сорта Джонаголд (средние календарные сроки за период 2013-2020 гг)

Так, в описании селекционера Копаня В.П. сорта Теремок, как зимнего, установлено, что его плоды достигают съёмной зрелости в учебно-опытном саду Академии биоресурсов и природопользования с 20 августа по 5 сентября. Это соответствует сумме температур выше  $10^{\circ}\text{C}$  в пределах 2525...2871  $^{\circ}\text{C}$ . Сравнивая этот показатель с датами накопления в зоне Киева (метеостанция Киев-Жуляны WMO\_ID=33345) соответствующие даты наступают после 7 сентября. Этот срок как раз и характеризует сбор и дальнейшее дозаривание плодов до потребительской зрелости в период зимы. Подобная тенденция сохраняется и для других сортов, происходящих и интродуцированных из более северных зон садоводства.

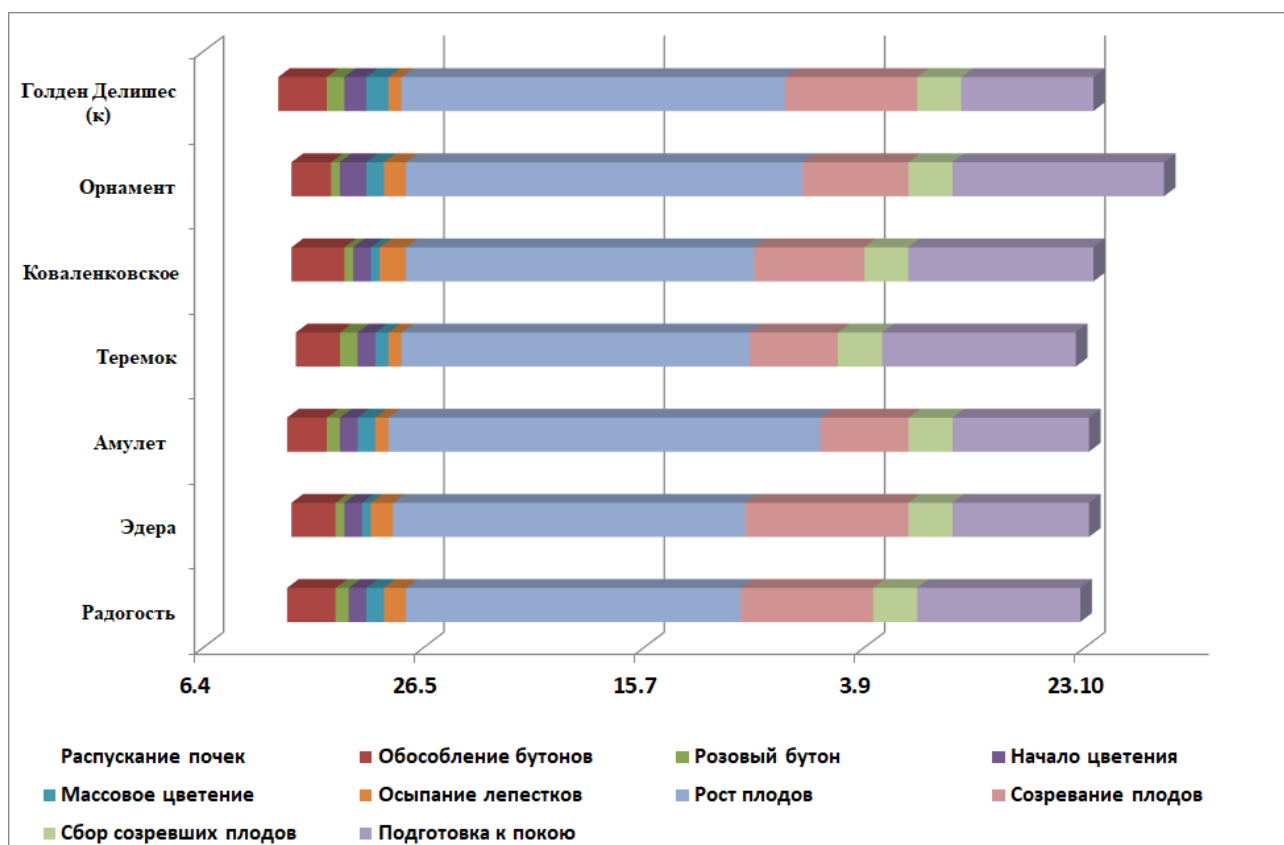


Рисунок 3.14. Фенология сортов яблони за 2010-2020 годы (средние данные)

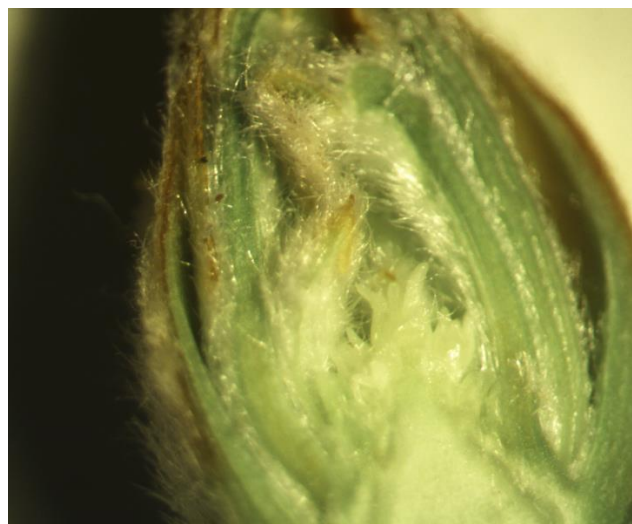
Рассмотрев влияние суммы температур активации вегетации как фактор обеспечивающий нормальное развитие растений в ходе наших исследований установлено также и его негативное (стрессовое) влияние для сортов, которые могут проходить вегетацию в относительно короткие сроки. При интродукции таких сортов и форм в более теплообеспеченные регионы возможно преждевременное прохождение дифференциации почек в значительно более ускоренном темпе, что в отдельные годы приводит к такому негативному фактору, как проявление осенней волны роста, или позднелетнее (осеннее цветение).

В опыте по изучению дифференциации генеративных образований у сортов яблони летнего срока созревания, которые имеют разное происхождение установлены различия в скорости формирования органов зачатков цветков. Проведённое исследование по методикам Витковского В.Л. (1979) с модификацией Ненько Н.И. (2010) [45, 152] показало, что сорт местного

происхождения – Алые паруса имеет значительно более позднюю дифференциацию органов цветков, чем сорт Бельфлёр Китайка (рисунок 3.15). Последний выведен в более прохладном климате с меньшими суммами температур выше 10 °С – г. Мичуринск Тамбовской области.



а) сорт Алые паруса



б) сорт Бельфлёр Китайка

Рисунок 3.15. (ориг.) Дифференциация цветковых почек у сортов яблони летнего срока созревания по состоянию 20 августа 2016 года

Многолетние наблюдения показали, что сорт Бельфлёр Китайка склонен ко вторичному в течении вегетации цветению. Смешанные почки этого сорта, быстро проходя все стадии дифференциации, во второй половине вегетации уже способны развиваться и обеспечить полноценное цветение. Попадая в благоприятные условия для развития и пробуждения (насыщение тканей водой вследствие сентябрьских осадков, относительно мягкий ход температур, обеспеченность пластическими веществами, накопленными растением после созревания и уборки плодов) почки пробуждаются как скороспелые, вследствие чего деревья цветут в пределах 20...27 % от общего количества генеративных образований. Естественно, что второй урожай, вследствие дальнейшего снижения температуры и окончания вегетации растений не способен сформироваться до необходимых товарных и потребительских кондиций и не

может использоваться. При этом утрачивается накопленный потенциал продуктивности на уже указанные 20...27 %.

Подобной картины не отмечено в период с 2007 по 2018 годы у сорта Алые паруса, который выведен на Крымской опытной станции садоводства (Республика Крым) и отобранный исходя из приспособленности к местным условиям выращивания.

Следовательно, избыток суммы температуры, активирующей развитие растений действует негативно на реализацию биологического потенциала продуктивности вследствие нарушения нормального цикла развития растений и отдельных его органов; сорта местной селекции, либо полученные в зонах с приблизительно схожими по климату условиями, в меньшей степени могут испытывать стресс вследствие избытка или недостатка сумм температур, активирующих процессы вегетации растений.

Изучение вопроса влияния применения сумм температур позволяет составить откорректированную таблицу оптимальной потребности в теплообеспеченности территории для бесстрессового выращивания плодовых и ягодных культур (таблица 3.7).

Нами установлено, что для нормального роста развития плодовых, ягодных, орехоплодных культур существуют критерии, минимальной и оптимальной обеспеченности теплом. Также установлены температуры стрессового превышения тепла, при которых растения не могут нормально пройти стадию вегетации, в случае, если они не выведены в конкретных или совпадающих с условиями места выращивания климата.

На основе этих критериев, а также проведения сравнительного анализа климатических условий, сложившихся в отдельных районах Республики Крым можно провести картирование территории на пригодность её к выращиванию каждой отдельной культуры (рисунок 3.16).

На основе проведённой систематизации данных и созданной на их основе базы, проведён анализ поэтапного сравнения теплообеспеченности,

сложившейся на территории Республики Крым с экологическими требованиями культур [165].

Таблица 3.7. Суммы температур воздуха выше 10 °С, необходимые для формирования урожая и прохождения вегетационного периода у плодовых и ягодных культур, полученные в ходе сравнительного анализа развития растений и прогнозными данными изучения теплообеспеченности территории

| Культура                                            | Сумма температур воздуха выше 10 °С |           |                                             |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------|---------------------------------------------|
|                                                     | Минимальная                         | Оптимум   | Превышение температур, приводящее к стрессу |
| Абрикос                                             | 2600-2800                           | 2800-3500 | >3500                                       |
| Алыча                                               | 3000-3200                           | 3200-4000 | >4000                                       |
| Вишня войлочная                                     | 2200-2400                           | 2400-2900 | >2900                                       |
| Кизил                                               | 2500-2700                           | 2700-3700 | >3700                                       |
| Кизил азиатские сорта                               |                                     | 3700-4500 | >4500                                       |
| Крыжовник                                           | 1300-1500                           | 1500-2100 | >2100                                       |
| Миндаль                                             | 3300-3500                           | 3500-4300 | >4300                                       |
| Облепиха                                            | 1900-2000                           | 2000-2800 | >2800                                       |
| Орех грецкий                                        | 2000-2100                           | 2100-3200 | >3200                                       |
| Персик                                              | 2800-3200                           | 3200-4000 | >4000                                       |
| Слива                                               | 2100-2400                           | 2400-3300 | >3300                                       |
| Смородина красная                                   | 1300-1500                           | 1500-2500 | >2500                                       |
| Смородина красная (сорта южного происхождения)      | 1300-1500                           | 1500-3000 | >3000                                       |
| Смородина чёрная                                    | 1300-1400                           | 1400-2100 | >2100                                       |
| Смородина чёрная (сорта южного происхождения)       | 1300-1400                           | 1400-2600 | >2600                                       |
| Черешня                                             | 2300-2600                           | 2600-3300 | >3300                                       |
| Яблоня, летние сорта                                | 1800-2000                           | 2000-3200 | >3200                                       |
| Яблоня (осенние сорта), Груша (летние сорта), Вишня | 2200-2500                           | 2500-3400 | >3400                                       |
| Яблоня (зимние сорта), Груша (осенние сорта)        | 2400-2600                           | 2600-3500 | >3500                                       |
| Яблоня (позднелетние сорта), Груша (зимние сорта)   | 2800-3000                           | 3000-4000 | >4000                                       |

На первом этапе осуществлялась выборка данных по суммам накопившихся температур выше 10 °С в период с 2005 по 2022 гг. Данные были взяты из открытых источников по зарегистрированным автоматическим метеостанциям.

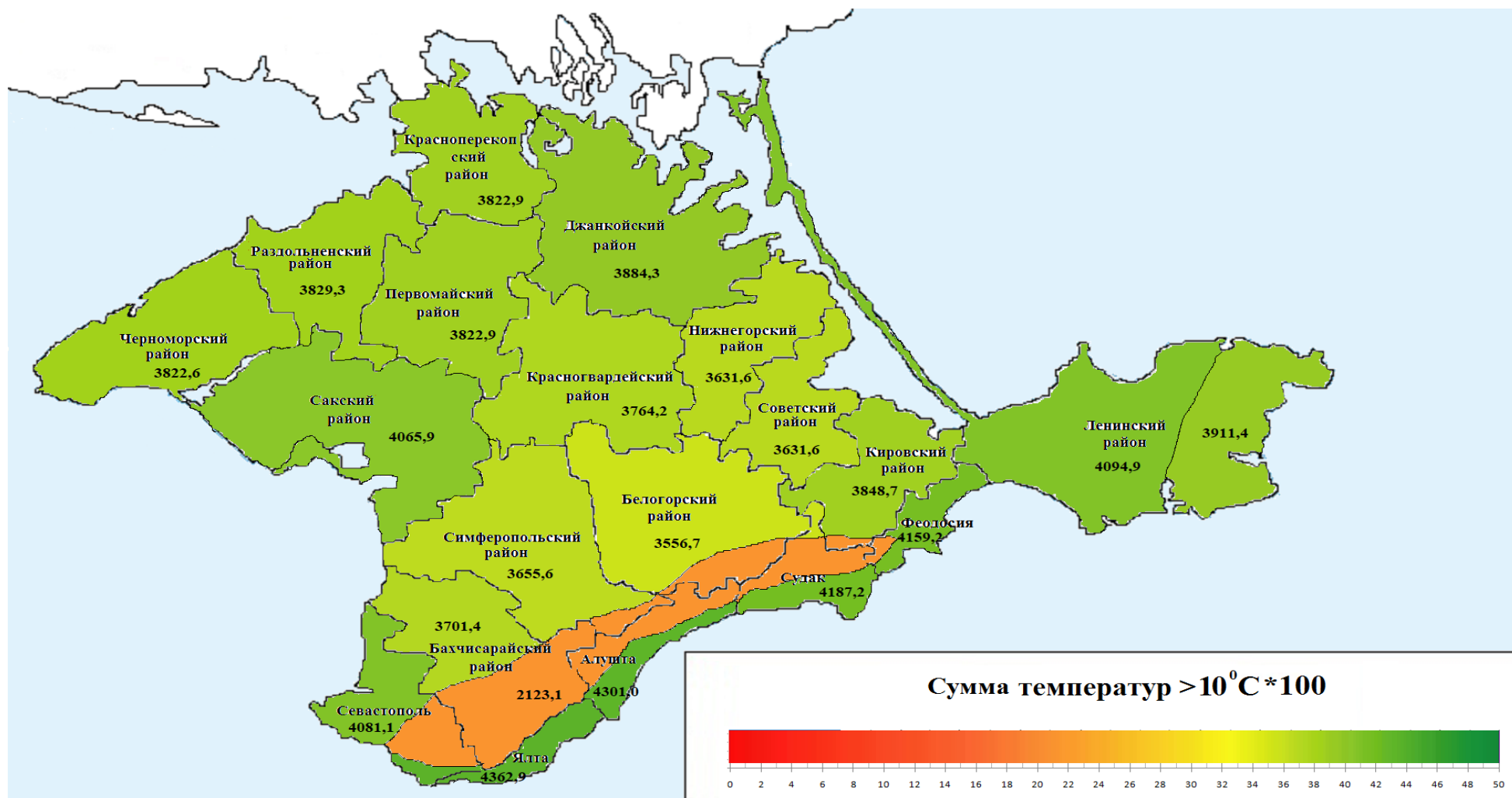


Рисунок 3.16. Сумма температур воздуха выше 10<sup>0</sup>С

Поскольку нами установлено, что вегетация растений может проходить не только в случае стандартного учёта суммы активных температур, нами взята в учёт сумма среднесуточных температур, оказывающая активирующее на плодовые растения действие без учёта временных похолоданий и других факторов, которые принимают во внимание агрометеорологи. Полученные данные заносятся на карту по созданной из цветовой гаммы легенде.

При этом шкала температур взята в пределах от 0 °С до 5000 °С. Такой выбор основан на принципе универсализации подхода, который в дальнейшем может использоваться и для других регионов с целью подобного проведения сравнительного анализа.

Установлено, что наиболее теплообеспеченными (сумма температур выше 10 °С превышает показатель 4000 °С) являются зона Южного берега Крыма, ГО Севастополь, ГО Судак, Сакский район, а также Ленинский район. Во всех остальных районах суммы температур выше 10 °С не превышали 4000 °С и колебались в пределах – 3546...3990 °С. При этом самым теплообеспеченным является ГО Керчь (3911 °), а менее – Белогорский (3556 °). Это, в первую очередь, связано с влиянием рельефа и близостью к морю. Белогорский район находится в зоне предгорного Крыма и в значительной степени низкая теплообеспеченность обусловлена воздействием холодных воздушных масс, спускающихся с горных массивов.

С другой стороны, Сакский район относится к западно-приморской зоне, обеспечивающей продолжительное накопление тепла с мягким ходом температур в течении года. Имея данные по суммам температур можно их сопоставить с экологической потребностью отдельных культур к теплообеспеченности. Таким же образом можно разработать карты для каждой отдельной культуры. Легенда такой карты, поскольку нам в целом известны критерии температур минимальных, оптимальных и избытка тепла могут создаваться с выбором гаммы от зелёного цвета (для оптимальности территории) до красного (территория по теплообеспеченности не пригодна для выращивания

в естественных условиях открытого грунта). Поскольку нами установлены минимумы сумм температур необходимые для прохождения вегетации, которые не в полной мере обеспечивают биологический потенциал культуры, но могут корректироваться подбором элементов технологии выращивания нами данный показатель выделяется желтым цветом. Избыток сумм температуры, как способный привести к стрессу у растений выделен розовым цветом (близость к красному цвету угрозы и ограничения возможностей свободы выращивания).

На рисунках 3.17-3.20 и в приложении «Б» приведены карты теплообеспеченности территории для выращивания отдельных плодовых, ягодных и орехоплодных культур умеренного климатического пояса на территории Республики Крым.

В приложениях показан культуральный состав, который имеет меньшую информативность в силу своего однообразия. Так, избыток тепла на территории Республики Крым отмечается для сортов: яблони летнего, осеннего и зимнего сроков созревания, груши летнего и осеннего сроков, вишни, черешни, сливы, абрикоса, ореха грецкого, крыжовника, смородины чёрной и красной. Это не означает, что в данном регионе невозможно выращивание этих культур. Однако необходимо при выборе сортового состава насаждений ориентироваться на выбор растений, выведенных либо для данной местности, либо, по происхождению, приблизительно совпадающему по климату.

Для миндаля территория Республики Крым является в целом оптимальной по обеспечению потребностей культуры к теплу.

Однако для других культур и их отдельных групп сортов имеются различия по оптимальности размещения. Так, для сортов яблони позднезимнего срока созревания, а также груши зимнего срока, степная, восточная и западная части Крыма в целом будут обеспечивать растениям нормальное прохождение вегетации и подготовку их к зимнему периоду (рисунок 3.17). При этом Сакский район, ГО Евпатория, ГО Севастополь, Южный берег Крыма, Феодосия и Ленинский район имеют превышение теплообеспеченности и для них необходимо подбирать сорта соответствующего климата.

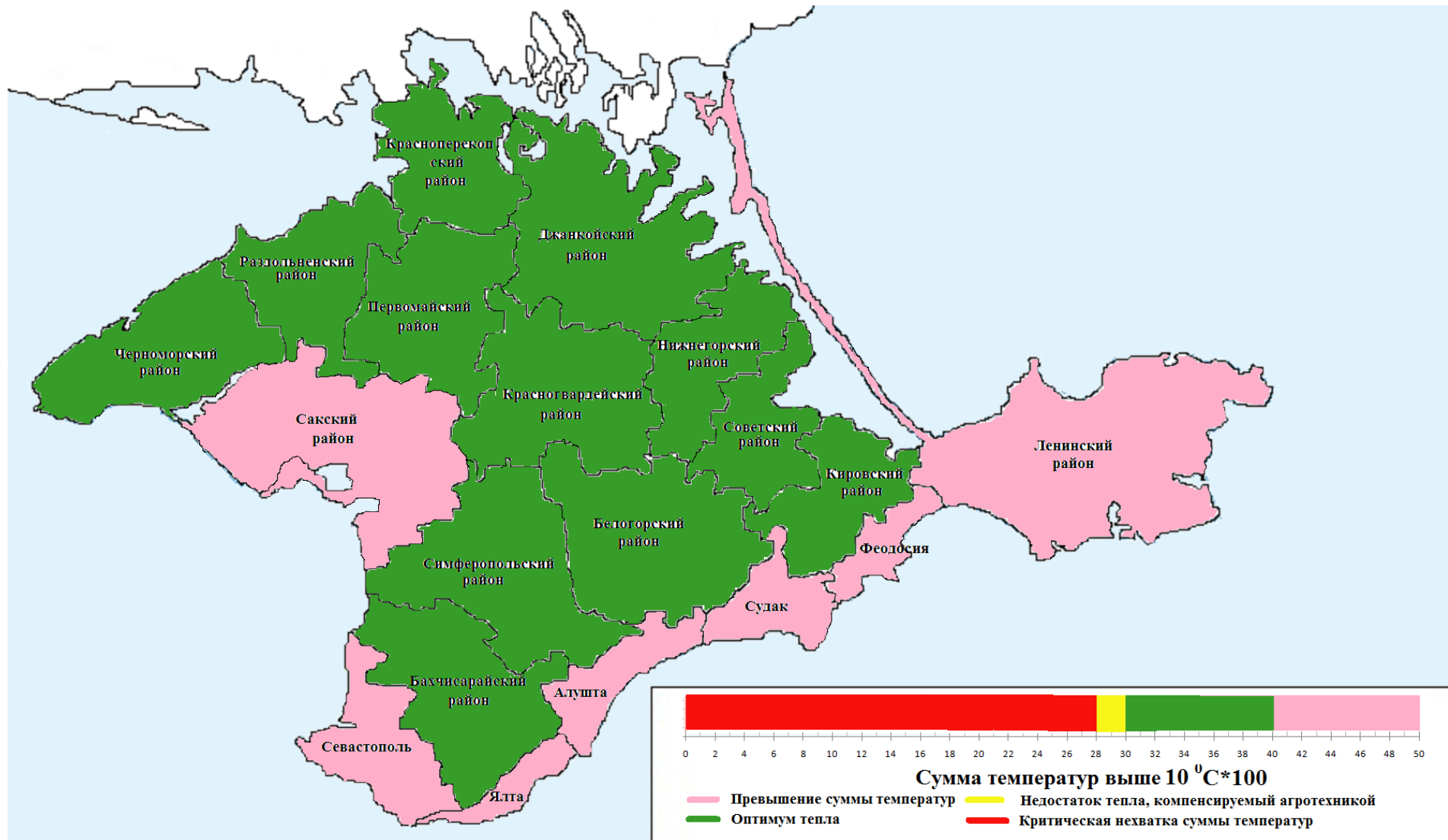


Рисунок 3.17. Оптимизация размещения сортов яблони позднелетнего срока созревания и груши зимнего срока созревания по сумме температур воздуха выше 10 °С

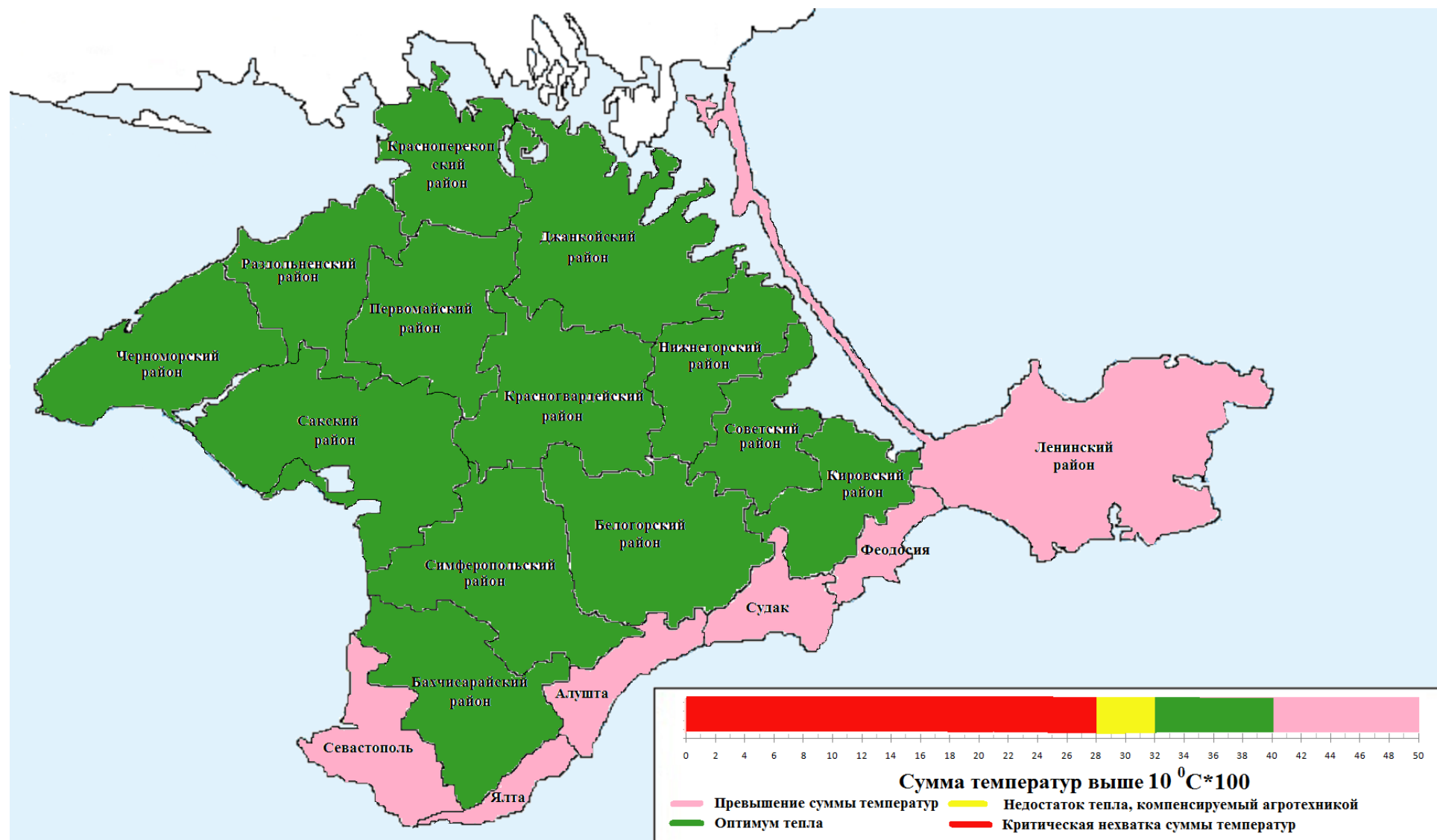


Рисунок 3.18. Оптимизация размещения персика по сумме температур воздуха выше 10 °С

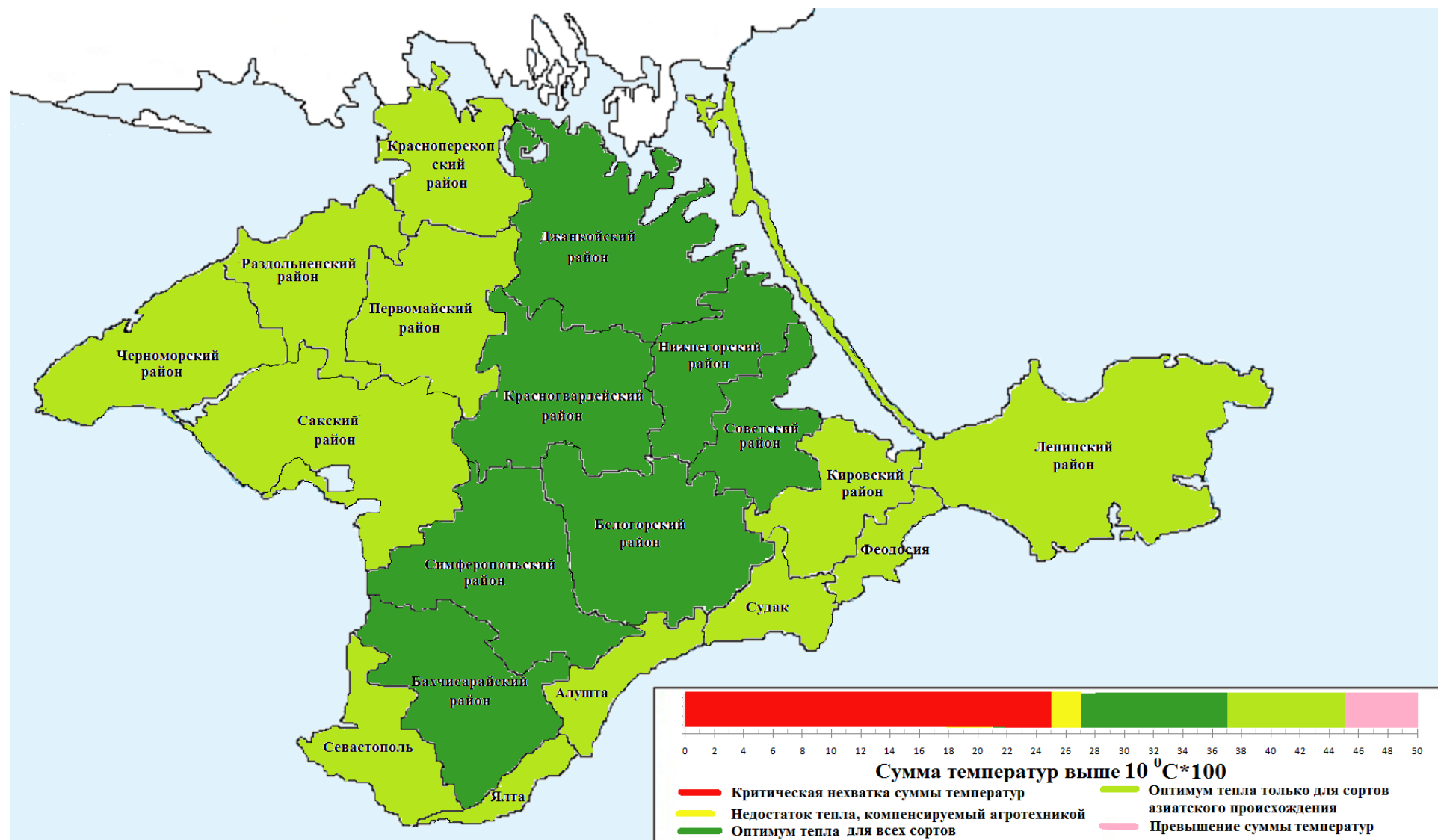


Рисунок 3.19. Оптимизация размещения кизила по сумме температур воздуха выше 10 °С

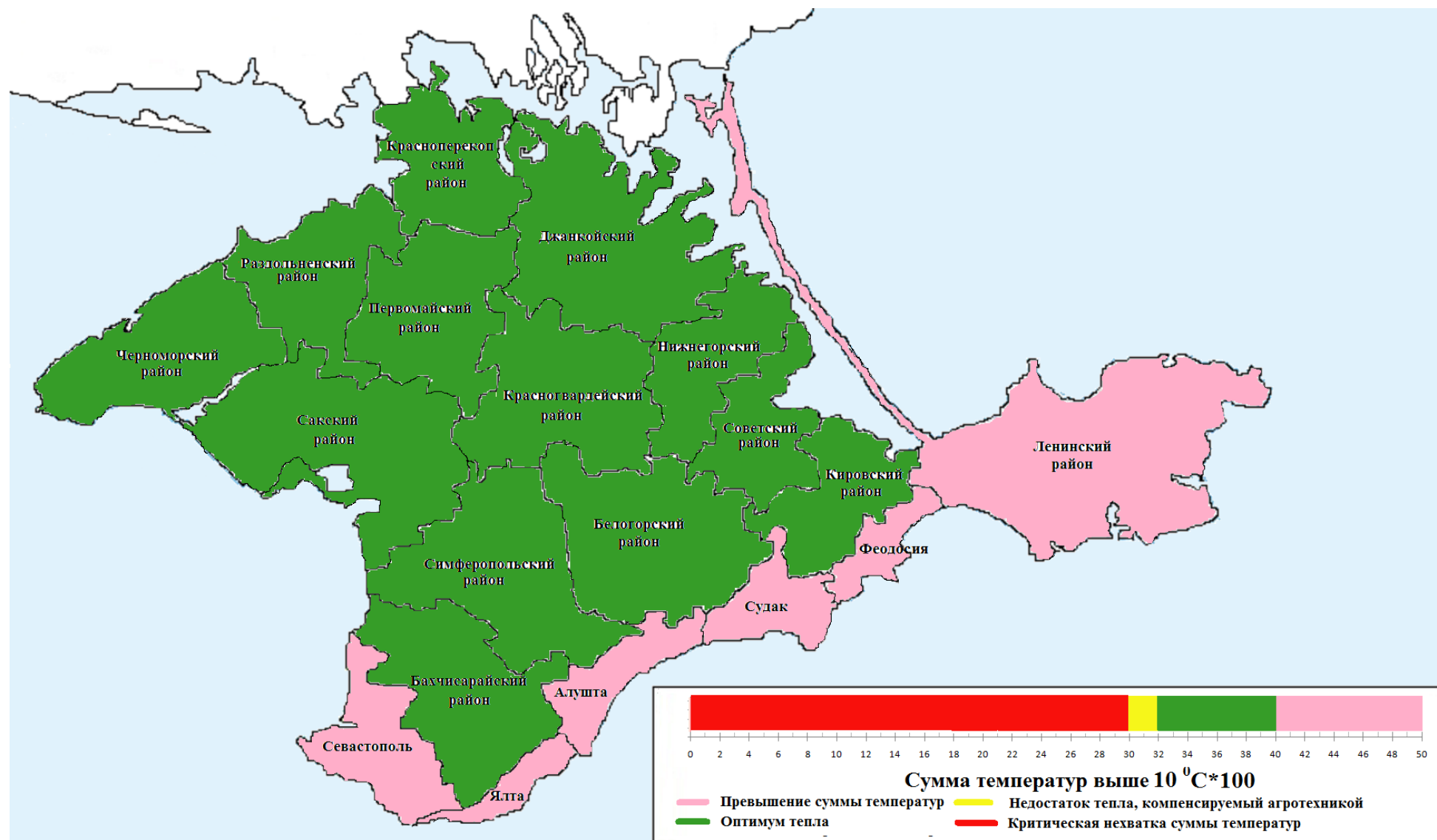


Рисунок 3.20. Оптимизация размещения алычи по сумме температур воздуха выше 10 °C

Следует отметить, что естественные ареалы распространения груши лохолистной, имеющей центр своего происхождения на территории Республики Крым, распространены именно в зоне оптимального размещения, прилегающим к предгорной зоне – Бахчисарайскому, Симферопольскому, Белогорскому и Кировскому районам.

Оптимальность размещения персика (рисунок 3.18) и алычи (рисунок 3.20) по требовательности к теплу приблизительно совпадают. Подавляющее большинство территории соответствует потребностям культур. Превышение суммы температур относительно требований растений будет отмечаться только на территории ГО Севастополь, Южному берегу Крыма, а также Ленинскому району.

Несколько иная картина для распространённости сортов кизила (рисунок 3.19). Для прохождения нормальной вегетации и полной дифференциации почек в период вегетации подходят: Джанкойский, Советский, Нижнегорский, Красногвардейский, Белогорский, Симферопольский и Бахчисарайский районы. В остальных районах теплообеспеченность территории такова, что без стресса могут выращиваться только сорта азиатского происхождения, имеющие большую приспособленность к избытку тепла. Следует отметить, что исторически экологический ареал естественного распространения данной культуры находится на территориях Бахчисарайского, Симферопольского и Белогорского районов. Здесь в лесных массивах отдельные растения свободно растут, плодоносят и собираются населением не только для личного потребления, но также как товарная продукция для реализации и для переработки.

Таким образом, при расчёте сумм температур, активирующих онтогенез растений для каждой отдельной культуры следует учитывать период от начала вегетации до завершения вегетационного цикла, что приблизительно больше установленных ранее значений сумм активных температур на  $500^{\circ}\text{C}$ , зависящий от групп сортов по их месту происхождения.

### **3.4. Расчёт вероятностей влияния минимальных температур в почвенно-климатических зонах Крыма на развитие плодовых и ягодных культур**

Плодовые и ягодные культуры – многолетние растения, которые в своём цикле роста проходят не только вегетацию, но также и состояние зимнего покоя. Условно состояние покоя разделяется на подготовительный, глубокий (органический) и вынужденный [7, 57, 231]. Устойчивость растений к низким температурам в состоянии покоя обозначается термином морозостойкость, то есть устойчивость растений к низким температурам. Этот показатель можно использовать для определения зон оптимального выращивания культур на территории, на которой не будут отмечаться значительные повреждения генеративных образований в зимний период.

Как отдельный элемент экологической пластичности развития растений морозостойкость напрямую связана с теплообеспеченностью территории. Ведь если растение, не сможет нормально пройти вегетационный период, и не будет способно подготовиться к условиям зимы, то и морозостойкость его будет в значительной мере снижена.

Уровни морозостойкости описываются минимальными температурами, которые растения способны выдержать в состоянии покоя. Причём, следует отметить, что морозостойкость в различные стадии покоя может в значительной степени изменяться. Наибольшая морозостойкость у растений наблюдается в период глубокого (органического) покоя.

Основные параметры устойчивости плодовых и ягодных культур достаточно детально изучены и определены их критерии, которые представлены в сводной таблице 3.8.

Представленные значения являются сводным результатом исследования многих учёных [30, 142, 174].

Таблица 3.8. Критично минимальные температуры воздуха морозостойкости генеративных образований плодовых и ягодных культур в состоянии глубокого (органического) покоя\*

| Культура (порода) | Группа сортов (виды) по устойчивости к морозам | Критическая температура повреждения, °С |
|-------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Абрикос           | Южные сорта                                    | -25                                     |
|                   | Морозостойкие сорта                            | -32                                     |
| Алыча             | Теплолюбивые                                   | -24                                     |
|                   | Слабоморозостойкие                             | -26                                     |
|                   | Относительно морозостойкие                     | -30                                     |
|                   | Морозостойкие сорта                            | -33                                     |
| Вишня войлочная   | Все сорта                                      | -34                                     |
|                   | Морозостойкие сорта                            | -39                                     |
| Вишня             | Все сорта                                      | -30                                     |
| Груша             | Теплолюбивые сорта                             | -24                                     |
|                   | Морозостойкие сорта                            | -30                                     |
| Кизил             |                                                | -37                                     |
| Крыжовник         | Основные сорта                                 | -30                                     |
|                   | Морозостойкие сорта                            | -35                                     |
| Облепиха          | Основные сорта                                 | -38                                     |
|                   | Морозостойкие сорта                            | -50                                     |
| Орех грецкий      | Теплолюбивые сорта                             | -19                                     |
|                   | Морозостойкие сорта                            | -29                                     |
|                   | Тульские сорта (формы)                         | -35                                     |
| Персик            | Теплолюбивые сорта                             | -23                                     |
|                   | Морозостойкие сорта зарубежной селекции        | -25                                     |
|                   | Морозостойкие сорта украинской селекции        | -30                                     |
| Слива             | Сорта южного происхождения                     | -19                                     |
|                   | Морозостойкие сорта                            | -30                                     |
|                   | Слива уссурийская                              | -48                                     |
| Смородина красная | Основные сорта                                 | -39                                     |
|                   | Морозостойкие сорта                            | -45                                     |
| Смородина чёрная  | Основные сорта                                 | -45                                     |
|                   | Морозостойкие сорта                            | -50                                     |
| Черешня           | Основные сорта                                 | -24                                     |
|                   | Морозостойкие сорта                            | -30                                     |
| Яблоня            | Основные сорта                                 | -29                                     |
|                   | Морозостойкие сорта                            | -34                                     |
|                   | Среднерусские сорта                            | -39                                     |
|                   | Сибирские и уральские сорта (формы)            | -45                                     |

\* Авторский анализ данных, полученных СКЗНИИСиВ (2006) [5], Белобородова Г.Г. (1987) [18], Бублик М.О. (2002) [30], Генкель П.А. (1964) [57], Енисеева Н.В. (1989) [87], Иванов В.Ф. (1998) [99], Лопатина Л.М. (2010) [134], Меженский В.Н. (2004) [143], Ряднова И.М., Еремин Г.В. (1964) [183], Иванов В.Ф. и др. (1998) [217], Charrier G. и др. (2021) [257], Fadón E. и др. (2020) [286], Luedeling E. и др. (2011) [341], Rochette P. и др. (2004) [377], Taiz, L. и др. (2002) [403].

На основе этих данных становится возможным изучить пригодность любой территории для выращивания различных групп сортов по морозостойкости.

Для поставленной задачи необходимо определить параметры возможного снижения температур в зимний период на каждой заданной территории. Наиболее часто принимается во внимание показатель минимумов (средних многолетних и абсолютных), которые могут наблюдаться с определённой регулярностью. Однако, подобные показатели в значительной степени зависят от точности наблюдений и самого периода проводимых метеорологических исследований. Так, на метеостанциях, наблюдения с которых снимаются, начиная с 19 века будут в значительной степени отличаться от показателей метеостанций, которые действуют с конца 20 или даже начала 21 столетия. Особенно это касается абсолютных минимумов, которые накапливаются в ходе экстремумов климатических изменений и не всегда могут отображать реальную картину в период глобального изменения климата. Наиболее правильным, с нашей точки зрения, является применять методы вариационной статистики в виде прогнозов отклонений хода минимальных температур, суммируя возможность перехода через означенной для каждой группы сортов или породы температуры максимальной устойчивости.

Исходя из того, что годовой цикл соответствует среднему ходу температур, можно предположить, что на каждый календарный день можно вывести размах вероятных колебаний температуры.

На основе открытых баз данных нами собраны результаты наблюдений по ходу минимальных температур воздуха начиная с 2005 года. На каждую конкретную дату годового цикла условно может наблюдаться ход температур, который из года в год варьируют относительно определённого показателя, свойственного только условиям климата и местности. Если использовать такой подход можно определить размах варьирования изменения минимальных температур воздуха с различными долями вероятностей на доверительном уровне в 95 %, как максимально вероятный и присущий мягким зимам, а также

5 % – как вероятный экстремальный минимум, который может проявляться в данных условиях.

Установлено, что минимумы температур воздуха, распределяется по районам Республики Крым неравномерно. Используя метод параметрического вариационного анализа Стьюдента нами выделены два типа минимальных температур воздуха, которые сравнимы со средними многолетними минимальными температурами (вероятность проявления 95 %), отображенными на рисунке 3.21, а также абсолютными минимумами (вероятность проявления 5 %) на рисунке 3.22.

Однако представленные показатели отображают минимальные температуры воздуха, которые могут проявляться с определённой долей вероятности в дни, по расчётам показывающие самые минимальные температуры. При этом, для конкретного дня года вероятность в 5 % показывает, что данный минимум наблюдается раз в двадцать лет, а в остальные 19 лет температура будет мягче. В то же время и для других дней года существует вероятность минимумов, способных повредить генеративные образования или даже надземную часть растения.

В соответствии с теорией вероятностей, сами вероятности могут суммироваться с соответствующим коэффициентом достоверности. Это создаёт возможность для исследователя найти точные показатели уровней повреждения растений для каждого района. При этом суммируются возможности наступления температур, способных повредить каждую породу и группу его сортов по уровню морозостойкости, относительно параметров, отображенных в уже приведённой таблице 3.8.

К примеру, на рисунке 3.23 приведён графический пример оценки суммарности вероятностей уровня повреждения морозами сортов сливы, различных по степени морозостойкости. Для расчёта вероятностей создана база данных по минимальным температурам, в которой проведён расчёт вероятностей, как это уже указывалось, с возможностью проявления 95 % и 5 %.

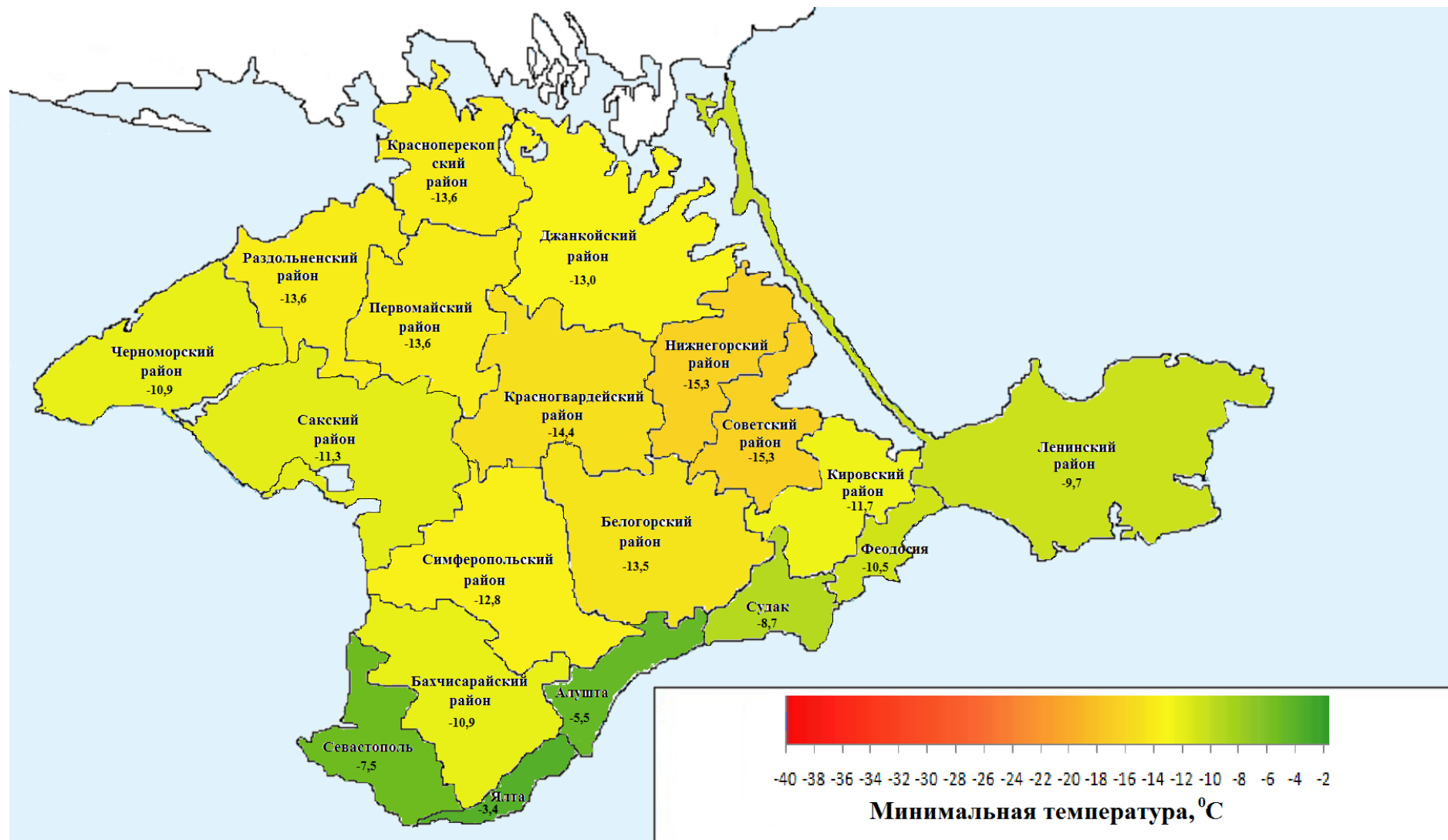


Рисунок 3.21. Минимум температуры воздуха в зимний период в среднестатистический год (расчётные данные с вероятностью 95 %)

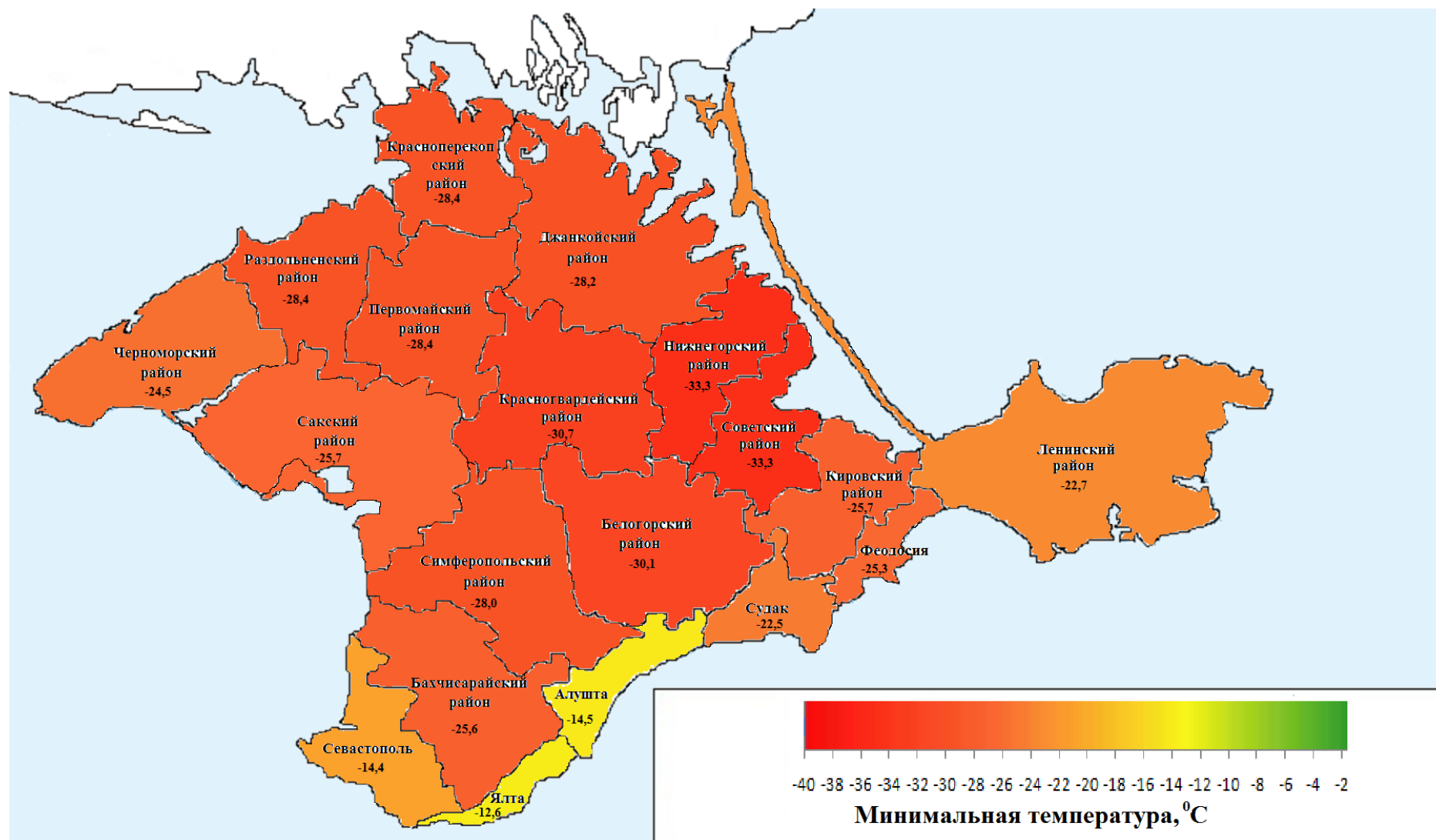


Рисунок 3.22. Минимум температуры воздуха в зимний период в среднестатистический год  
(расчётные данные с вероятностью 5 %)

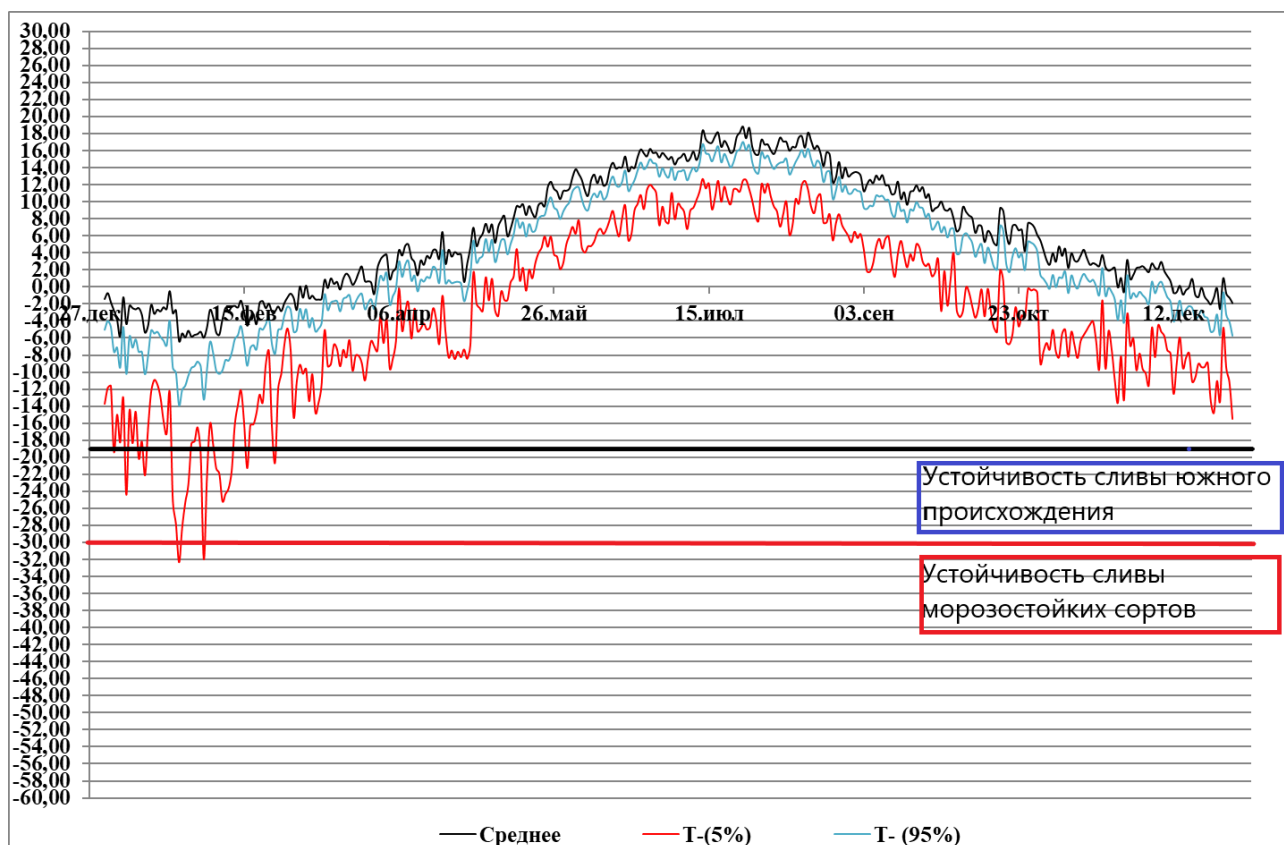


Рисунок 3.23. Расчет вероятностей повреждения сортов сливы, различных по степени морозостойкости, низкими зимними температурами воздуха в Нижнегорском и Советском районах Республики Крым

Полученные результаты сравниваются с граничными уровнями морозостойкостями групп сортов и проводится подсчет количества дней, в которые может наблюдаться повреждение растений или их генеративных органов.

В нашем примере, взяты данные на основе Нижнегорской метеостанции (wmo\_id=33962). На графике вероятностей проведены две линии: первая на уровне температуры минус 19 °С, а вторая – минус 30 °С. Эти линии соответствуют уровням устойчивости двух групп морозостойкости – для первой – сортов южного происхождения, второй – морозостойких. Проведя визуальный анализ можно сделать вывод, что критической вероятности повреждения сортов сливы отрицательными температурами не наблюдается – кривая вероятностей

(95 %) снижения температур воздух не пересекают граничные показатели. Однако абсолютные снижения температуры (вероятность 5 %) пересекают уровень минус 19 °С – 21 раз, а уровень минус 30 °С – два раза. Это показывает, сколько дней минимальные температуры могут привести к повреждению генеративных образований сливы различных групп по морозостойкости.

Поскольку повреждения при переходе температуры через граничные показатели достаточны для повреждения даже при однократной экспозиции, то можно оценить среднегодовую вероятность потери урожая для сливы. В первом случае, для сортов южного происхождения она составляет –  $(21 \text{ день} \times 0,05) = 1,05 = 105 \%$ . Для сортов морозостойких вероятность будет составлять –  $(2 \text{ дня} \times 0,05) = 0,1 = 10 \%$ .

Считается, что вероятность повреждения урожая приемлема, если случается не чаще чем один раз в пять лет [4]. То есть сумма вероятностей не превышает 20 %. Более высокие вероятности повреждения – до 50 % можно считать зоной рискованного земледелия, а превышая 50 % до 90 % экстремального, при котором ожидать экономического эффекта от хозяйственной деятельности не получится. Превышение сумм вероятностей повреждения растений морозами более 90 % указывает на общую бесперспективность получения нормального урожая в данной зоне. Основываясь на данных утверждениях, можно создать общее картирование территории по вероятностям повреждения морозами для культур, которые могут подвергаться угрозам повреждения низкими зимними температурами.

В ходе исследований нами разработаны карты вероятностей повреждения плодовых растений в соответствии со значениями устойчивости групп сортов, которые приведены в таблице 3.8. Для каждого параметра выполнено сравнение вероятностей проявления и результаты в виде цветовой гаммы заносились на карту. При этом зелёный спектр показывал максимально низкую вероятность повреждения, а увеличение интенсивности красного цвета – угрозу повреждения урожая, способную привести к неэффективному использованию территории под каждую конкретную породу или группу сортов.

На рисунке 3.23 приведена карта вероятностей повреждения зимними минимальными температурами сортов сливы южного происхождения. Как видно, на большей части Республики Крым может наблюдаться повреждение генеративных органов южных сортов сливы. Под южными сортами сливы в данном контексте подразумеваются сорта, произошедшие на юге Франции, в Италии и других странах, где даже такого снижения температуры как минус 19 °С практически не наблюдается (мирабели, ренклоды южного происхождения). В нашем же регионе подобные сорта практически не используются, а применяются более устойчивые сорта, которые являются гибридами между южными и более морозостойкими формами. При этом для них совершенно непригодной может являться территория Белогорского, Нижнегорского и Советского районов, поскольку вероятность повреждения урожая зимой превышает 91 %. То есть, нормальный урожай в данных районах не получится практически ежегодно в силу повреждения генеративных образований. В то же самое время, простым подбором более морозостойких сортов, с граничным уровнем повреждения цветковых почек при температуре минус 30 °С, практически вся территория Крыма становится полностью пригодной для получения стабильного урожая (рисунок 3.25).

Проведение подобного картирования вероятностей повреждения зимними морозами пород и сортов может использоваться в качестве подбора оптимального размещения групп сортов при подборе адаптивной технологии выращивания плодовых культур.

Карты по размещению групп сортов плодовых культур, которые имеют некоторые ограничения по степени повреждения, приведены в приложении Б (В.1 – В.9). По абрикосам морозостойким, алычи (морозостойкие и относительно морозостойкие сорта), вишни войлочной, вишни, груши морозостойких сортов, кизила, крыжовника, облепихи, ореха грецкого (морозостойкие сорта и тульские формы), персика сортов украинской селекции, смородины красной и чёрной, черешни морозостойких сортов и яблони ограничений по выращиванию на

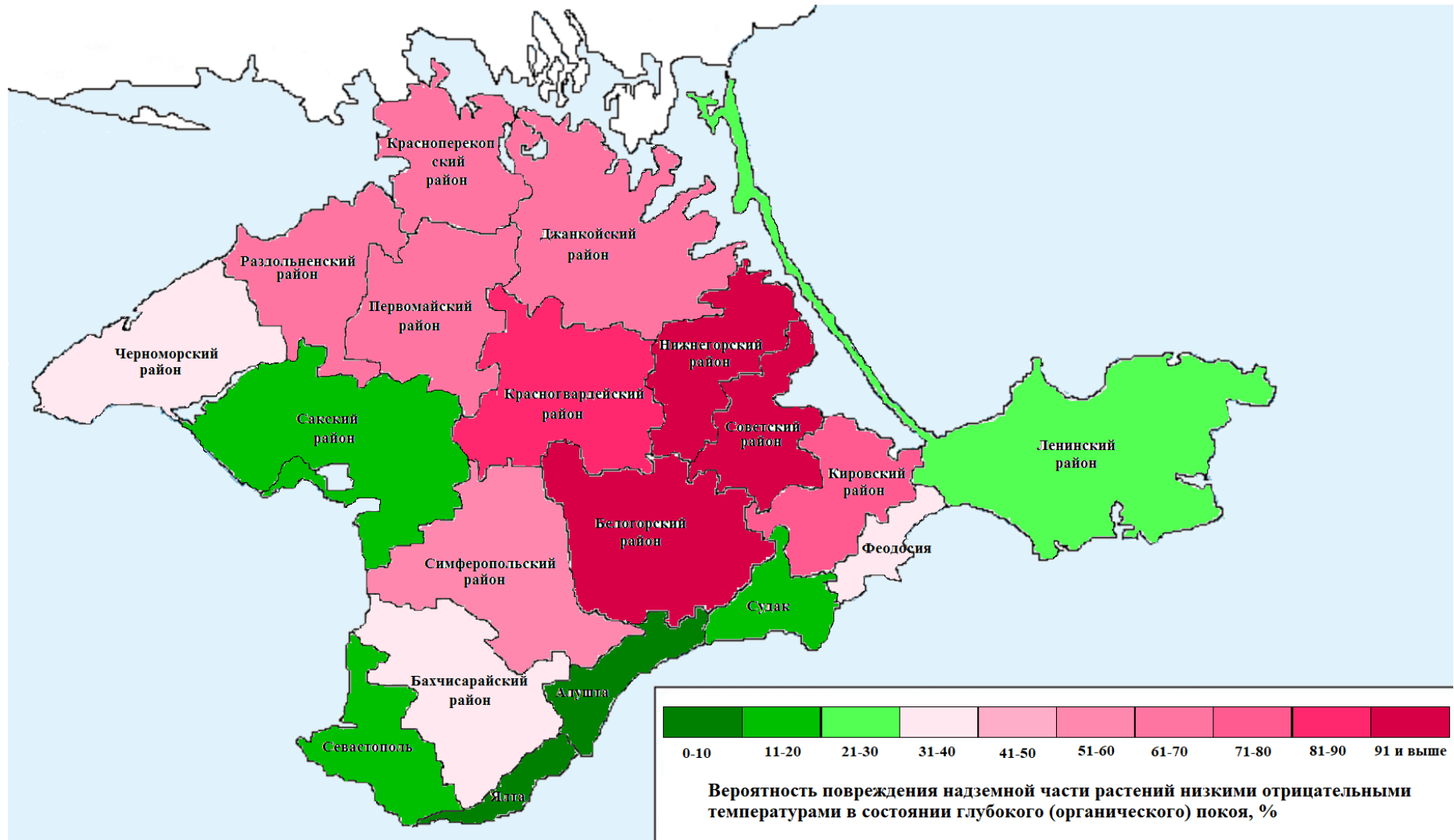


Рисунок 3.24. Карта вероятностей повреждения зимними минимальными температурами воздуха сортов сливы южного происхождения и ореха грецкого теплолюбивых сортов на территории Республики Крым

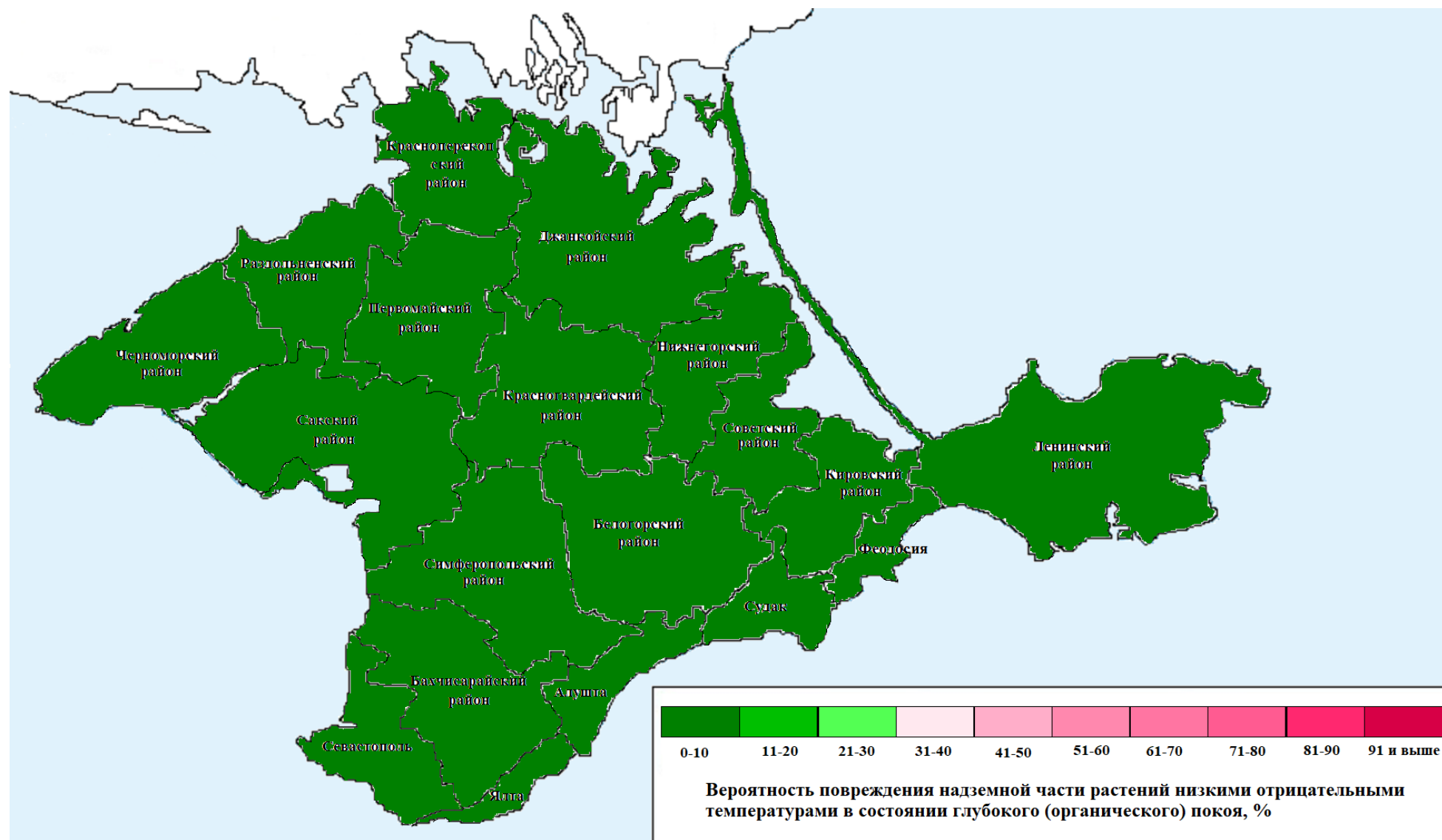


Рисунок 3.25. Карта вероятностей повреждения зимними минимальными температурами воздуха яблони, вишни, морозостойких сортов груши, сливы, черешни, кизила на территории Республики Крым

территории Республики Крым относительно возможности их повреждения зимними морозами и вследствие этого потери урожая нет.

Таким образом, применение вариационного анализа параметрических данных в массиве посуточных погодных наблюдений позволяет прогнозировать вероятность прохождения критических для садовых культур вероятностей морозов, способных повлиять на продуктивность насаждений с точностями 5 % и 95 %.

### **3.5. Расчёт вероятностей проявления заморозков, влияющих на продуктивность промышленных насаждений плодовых культур**

Влияние низких температур на рост, развитие и продуктивность плодовых культур не ограничивается только зимним периодом. Зачастую большее значение проявляется временным переходом температур ниже нуля и в период вегетации. Весенние заморозки в значительной мере влияют на формирование урожая. В период начала вегетации генеративные органы существенно снижают свою устойчивость к низким температурам.

В научной литературе практически не освещается физиологическая природа подобной тенденции [118, 203, 246]. Учёными лишь отмечается сам факт существенного понижения уровней устойчивости генеративных органов в процессе их развития к пагубному воздействию температур ниже нуля градусов Цельсия на их сохранемость и возможные уровни потери урожая. В таблице 3.9 приведены показатели вероятностей повреждения отдельных генеративных органов в зависимости от температурного воздействия. Исследования в этом направлении были проведены учёными Wang and Wallace (2003), Puffer and Turrell (1967), Mills (1978), Krewer (1988) [372, 373, 415].

Таблица 3.9. Вероятности повреждения генеративных органов плодовых и ягодных культур в зависимости от фенофазы развития\*.

| Культура               | Фаза                                | 10 %<br>повреждения | 90 %<br>повреждения |
|------------------------|-------------------------------------|---------------------|---------------------|
| Яблоня                 | Серебряная почка                    | -11,9               | -17,6               |
|                        | Зелёная почка                       | -7,5                | -15,7               |
|                        | 1/2 дюйма побега                    | -5,6                | -11,7               |
|                        | обособление бутонов                 | -3,9                | -7,9                |
|                        | Начало розового бутона              | -2,8                | -5,9                |
|                        | Полный розовый бутон                | -2,7                | -4,6                |
|                        | Начало цветения                     | -2,3                | -3,9                |
|                        | Полное цветение                     | -2,9                | -4,7                |
|                        | Завязывание плодов                  | -1,9                | -3,0                |
| Груша                  | раздвижение чешуек почки            | -8,6                | -17,7               |
|                        | раскрытие почек                     | -7,3                | -15,4               |
|                        | Выдвижение розеток                  | -5,1                | -12,6               |
|                        | Первые листки                       | -4,3                | -9,4                |
|                        | Полные листки                       | -3,1                | -6,4                |
|                        | Начало цветения                     | -3,2                | -6,9                |
|                        | Полное цветение                     | -2,7                | -4,9                |
|                        | Завязывание плодов                  | -2,7                | -4,0                |
| Абрикос                | Раздвижение почек                   | -4,3                | -14,1               |
|                        | Красная почка                       | -6,2                | -13,8               |
|                        | Белый бутон                         | -4,9                | -10,3               |
|                        | Начало цветения                     | -4,3                | -10,1               |
|                        | Массовое цветение                   | -2,9                | -6,4                |
|                        | Опадение лепестков                  | -2,6                | -4,7                |
|                        | Зелёные плоды                       | -2,3                | -3,3                |
| Персик<br>(Эльберта)   | Набухание почек                     | -7,4                | -17,9               |
|                        | Зелёные почки                       | -6,1                | -15,7               |
|                        | Красный бутон (обособление цветков) | -4,8                | -14,2               |
|                        | Розовый бутон                       | -4,1                | -9,2                |
|                        | Начало цветения                     | -3,3                | -5,9                |
|                        | Массовое цветение                   | -2,7                | -4,9                |
|                        | Окончание цветения                  | -2,5                | -3,9                |
| Слива<br>(Итальянская) | Набухание почек                     | -11,1               | -17,2               |
|                        | Белые почки                         | -8,9                | -16,9               |
|                        | Зелёный конус                       | -8,1                | -14,8               |
|                        | Выдвижение бутонов (кластеры)       | -5,4                | -11,7               |
|                        | Разрыхление бутонов                 | -4,0                | -7,9                |
|                        | Начало цветения                     | -4,3                | -8,2                |
|                        | Массовое цветение                   | -3,1                | -6,0                |
|                        | Окончание цветения                  | -2,6                | -4,3                |

Продолжение таблицы 3.9.

| Культура               | Фаза                                      | 10 %<br>повреждения | 90 %<br>повреждения |
|------------------------|-------------------------------------------|---------------------|---------------------|
| Вишня (Бинг)           | Набухание почек                           | -11,1               | -17,2               |
|                        | Зелёные почки                             | -5,8                | -13,4               |
|                        | Зелёный конус                             | -3,7                | -10,3               |
|                        | Выдвижение бутонов<br>(кластеры)          | -3,1                | -7,9                |
|                        | Разрыхление бутонов                       | -2,7                | -6,2                |
|                        | Белый бутон                               | -2,7                | -4,9                |
|                        | Начало цветения                           | -2,8                | -4,1                |
|                        | Полное цветение                           | -2,4                | -3,9                |
|                        | Окончание цветения                        | -2,2                | -3,6                |
| Земляника              | Плотные почки                             | -5,6                | -5,6                |
|                        | Почки с белыми зачатками<br>листа         | -2,2                | -2,2                |
|                        | Полное цветение                           | -0,6                | -0,6                |
|                        | Недозрелые ягоды                          | -2,2                | -2,2                |
| Актинидия<br>китайская | Повреждение почек в<br>органическом покое |                     | -18,0               |
|                        | Зелёный конус                             |                     | -3,0                |
|                        | Обособление зелёных побегов               |                     | -2,0                |
|                        | Разрастание листков                       |                     | -1,5                |
|                        | Формирование отдельных<br>цветков         |                     | -1,5                |
| Кизил                  | Массовое цветение                         | -2,0                | -6,8                |
| Фундук                 | Цветение серёжек                          | -3,0                | -5,0                |
|                        | Цветение женских цветков                  | -8,0                | -9,0                |
|                        | Начало завязывания плодов                 | -1,0                | -3,0                |

\*Авторский анализ литературных источников (Wang and Wallace (2003), Puffer and Turrell (1967), Mills (1978), Krewer (1988))

Поскольку повреждение низкими температурами происходит постепенно, то в основном данные приводятся в виде вероятностей повреждения или потери урожая. Причём вероятность 10 % потери продуктивной завязи практически не сказывается на потере общей хозяйственной урожайности, а показатель, равный 90 % повреждения уже критичный для получения урожая с насаждений.

По нашему мнению, тенденция понижения устойчивости к низким температурам у генеративных образований связана с тем, что в начале вегетации растения не создают пластических веществ (сахаров), а также используют уже

накопленные в предыдущей вегетации вещества, способные снижать температуру замерзания цитоплазматического и межклеточного растворов. В процессе пробуждения почек весной осуществляется рост и развитие в первую очередь генеративных органов (соцветий, цветков), за счёт чего концентрация этих веществ значительно снижается, при этом уменьшается и их защитное действие. Это и приводит к понижению устойчивости к заморозкам. Впоследствии, при нарастании фотосинтезирующей биомассы растений, что, как правило, наблюдается по окончании цветения плодовых растений, повышается концентрация сахаров в тканях генеративных новообразований и устойчивость к низким температурам вновь постепенно повышается.

Подобной рабочей гипотезы в ходе литературного поиска нами не найдено. Однако это предположение логически объясняет основные процессы, происходящие в растениях в начальный период их вегетации.

Основываясь на найденных зарубежными учёными температурных критериях повреждения генеративных органов у плодовых и ягодных культур можно провести изучение пригодности территории к выращиванию той или иной породы, учитывая погодные данные за определённый период [173].

При этом можно использовать методы параметрического вариационного анализа, как это описано в разделе 3.4 для определения крайних (поздних) дат проявления вероятностей прохождения заморозков, способных привести к потере урожая. Используя разработанную нами базу данных можно, для выявления критичных дат заморозков включить в автоматизацию поиска логическую формулу взаимосвязи поиска выбирать даты, исключительно взаимоувязанные с переходом среднесуточных температур выше  $10^{\circ}\text{C}$ . В случае, если критические температуры повреждения генеративных органов в каждую конкретную фенологическую фазу развития могут проявляться на фоне нарастания активных температур, то вероятность повреждения существует. Если же подобные температуры могут расчётно проявляться в период до начала вегетации, то они не будут приниматься в расчёт, и компьютерная программа их отсекает, устанавливая ничтожную вероятность проявления словом «нет».

Используя вероятностный расчёт методом вариационной статистики, для которого устанавливаются параметры с 5-и и 95-и процентной точностью, можно определить не только крайние даты, но также и выяснить частоту появления события. Так, дата, установленная с вероятностью 95 % будет проявляться буквально ежегодно, что свидетельствует о угрозе потери урожая или снижения уровня продуктивности. В то же время, событие, рассчитанное при вероятности 5 % может происходить лишь в отдельные годы.

Пример подобного вычисления на примере официальной метеостанции г. Симферополь приведён в таблице 3.10.

Таблица 3.10. Вероятные даты повреждения генеративных органов основных плодовых пород в зависимости от фенофазы развития в Симферополе (WMO\_ID=33946), рассчитанные разработанной автором аналитической программой

| Культура | Фаза                        | 10 % повреждения |      |         | 90 % повреждения |      |         |
|----------|-----------------------------|------------------|------|---------|------------------|------|---------|
|          |                             | Т                | Дата |         | Т                | Дата |         |
|          |                             |                  | 95 % | 5 %     |                  | 95 % | 5 %     |
| Яблоня   | Серебряная почка            | -11,9            | нет  | нет     | -17,6            | нет  | нет     |
|          | Зелёная почка               | -7,5             | нет  | нет     | -15,7            | нет  | нет     |
|          | 1/2 дюйма побега            | -5,6             | нет  | нет     | -11,7            | нет  | нет     |
|          | обособление<br>бутонов      | -3,9             | нет  | 23 апр. | -7,9             | нет  | нет     |
|          | Начало розового<br>бутона   | -2,8             | нет  | 24 апр. | -5,9             | нет  | нет     |
|          | Полный розовый<br>бутон     | -2,7             | нет  | 24 апр. | -4,6             | нет  | 23 апр. |
|          | Начало цветения             | -2,3             | нет  | 3 май   | -3,9             | нет  | 23 апр. |
|          | Полное цветение             | -2,9             | нет  | 24 апр. | -4,7             | нет  | 23 апр. |
|          | Завязывание<br>плодов       | -1,9             | нет  | 3 май   | -3,0             | нет  | 24 апр. |
| Груша    | раздвижение<br>чешуек почки | -8,6             | нет  | нет     | -17,7            | нет  | нет     |
|          | раскрытие почек             | -7,3             | нет  | нет     | -15,4            | нет  | нет     |
|          | Выдвижение<br>розеток       | -5,1             | нет  | нет     | -12,6            | нет  | нет     |
|          | Первые листки               | -4,3             | нет  | 23 апр. | -9,4             | нет  | нет     |
|          | Полные листки               | -3,1             | нет  | 24 апр. | -6,4             | нет  | нет     |
|          | Начало цветения             | -3,2             | нет  | 24 апр. | -6,9             | нет  | нет     |
|          | Полное цветение             | -2,7             | нет  | 24 апр. | -4,9             | нет  | 23 апр. |
|          | Завязывание<br>плодов       | -2,7             | нет  | 24 апр. | -4,0             | нет  | 23 апр. |

Продолжение таблицы 3.10

| Культура               | Фаза                                   | 10 % повреждения |      |         | 90 % повреждения |      |         |
|------------------------|----------------------------------------|------------------|------|---------|------------------|------|---------|
|                        |                                        | Т                | Дата |         | Т                | Дата |         |
|                        |                                        |                  | 95 % | 5 %     |                  | 95 % | 5%      |
| Абрикос                | Раздвижение почек                      | -4,3             | нет  | 23 апр. | -14,1            | нет  | нет     |
|                        | Красная почка                          | -6,2             | нет  | нет     | -13,8            | нет  | нет     |
|                        | Белый бутон                            | -4,9             | нет  | 23 апр. | -10,3            | нет  | нет     |
|                        | Начало цветения                        | -4,3             | нет  | 23 апр. | -10,1            | нет  | нет     |
|                        | Массовое цветение                      | -2,9             | нет  | 24 апр. | -6,4             | нет  | нет     |
|                        | Опадение лепестков                     | -2,6             | нет  | 26 апр. | -4,7             | нет  | 23 апр. |
|                        | Зелёные плоды                          | -2,3             | нет  | 3 май   | -3,3             | нет  | 24 апр. |
| Персик<br>(Эльберта)   | Набухание почек                        | -7,4             | нет  | нет     | -17,9            | нет  | нет     |
|                        | Зелёные почки                          | -6,1             | нет  | нет     | -15,7            | нет  | нет     |
|                        | Красный бутон<br>(обособление цветков) | -4,8             | нет  | 23 апр. | -14,2            | нет  | нет     |
|                        | Розовый бутон                          | -4,1             | нет  | 23 апр. | -9,2             | нет  | нет     |
|                        | Начало цветения                        | -3,3             | нет  | 24 апр. | -5,9             | нет  | нет     |
|                        | Массовое цветение                      | -2,7             | нет  | 24 апр. | -4,9             | нет  | 23 апр. |
|                        | Окончание цветения                     | -2,5             | нет  | 3 май   | -3,9             | нет  | 23 апр. |
| Слива<br>(Итальянская) | Набухание почек                        | -11,1            | нет  | нет     | -17,2            | нет  | нет     |
|                        | Белые почки                            | -8,9             | нет  | нет     | -16,9            | нет  | нет     |
|                        | Зелёный конус                          | -8,1             | нет  | нет     | -14,8            | нет  | нет     |
|                        | Выдвижение бутонов<br>(кластеры)       | -5,4             | нет  | нет     | -11,7            | нет  | нет     |
|                        | Разрыхление бутонов                    | -4,0             | нет  | 23 апр. | -7,9             | нет  | нет     |
|                        | Начало цветения                        | -4,3             | нет  | 23 апр. | -8,2             | нет  | нет     |
|                        | Массовое цветение                      | -3,1             | нет  | 24 апр. | -6,0             | нет  | нет     |
|                        | Окончание цветения                     | -2,6             | нет  | 26 апр. | -4,3             | нет  | 23 апр. |
| Вишня (Бинг)           | Набухание почек                        | -11,1            | нет  | нет     | -17,2            | нет  | нет     |
|                        | Зелёные почки                          | -5,8             | нет  | нет     | -13,4            | нет  | нет     |
|                        | Зелёный конус                          | -3,7             | нет  | 24 апр. | -10,3            | нет  | нет     |
|                        | Выдвижение бутонов<br>(кластеры)       | -3,1             | нет  | 24 апр. | -7,9             | нет  | нет     |
|                        | Разрыхление бутонов                    | -2,7             | нет  | 24 апр. | -6,2             | нет  | нет     |
|                        | Белый бутон                            | -2,7             | нет  | 24 апр. | -4,9             | нет  | 23 апр. |
|                        | Начало цветения                        | -2,8             | нет  | 24 апр. | -4,1             | нет  | 23 апр. |
|                        | Полное цветение                        | -2,4             | нет  | 3 май   | -3,9             | нет  | 23 апр. |

Продолжение таблицы 3.10

| Культура  | Фаза                           | 10 % повреждения |      |       | 90 % повреждения |      |         |
|-----------|--------------------------------|------------------|------|-------|------------------|------|---------|
|           |                                | Т                | Дата |       | Т                | Дата |         |
|           |                                |                  | 95 % | 5 %   |                  | 95 % | 5 %     |
|           | Окончание цветения             | -2,2             | нет  | 3 май | -3,6             | нет  | 24 апр. |
| Земляника | Плотные почки                  | -5,6             | нет  | нет   | -5,6             | нет  | нет     |
|           | Почки с белыми зачатками листа | -2,2             | нет  | 3 май | -2,2             | нет  | 3 май   |
|           | Полное цветение                | -0,6             | нет  | 3 май | -0,6             | нет  | 3 май   |
|           | Недозрелые ягоды               | -2,2             | нет  | 3 май | -2,2             | нет  | 3 май   |

Взяв за пример в приведённой таблице сливу можно определить, что в Симферопольском районе нет угрозы ежегодного повреждения (вероятность 95 %) генеративных органов весенними заморозками. Это видно при использовании логического алгоритма обработки цифровой информации, которые убирают даты вероятностного перехода минимальных температур ниже уровней повреждения ещё до накопления активных среднесуточных температур. Однако, если фаза окончания цветения может наступить до 23 апреля, то в отдельные годы возможна потеря урожая. Это объясняется тем, то в данную фазу 90 % потери генеративных образований будет наблюдаться при температуре минус 4,3 °С, а подобная температура при вероятности события 5 % может наблюдаться до 23 апреля.

Частичная потеря урожая сливы (до 10 % генеративных образований) может наблюдаться в Симферопольском районе до 26 апреля (температура начала повреждения минус 2,6 °С). После этой даты вероятности проявления пагубного влияния минимальные и могут происходить лишь в комплексе с другими неблагоприятными факторами окружающей среды.

Нами выполнены подобные расчёты для всех районов, на территории которых находятся официальные метеостанции. Данные приведены в приложениях Г.1 – Г.15.

Для точности определения вероятности повреждения генеративных органов каждой конкретной культуры и сорта заморозками необходимо провести сравнение расчётных дат со сроками прохождения каждой отдельной фенологической фазы у растений. На сегодня селекционеры не дают конкретные

показатели необходимого накопления активных температур для своих сортов. Подобная работа не ведётся или слабо освещена в научной литературе при сравнительном сортоиспытании и интродукции растений. Однако, для предварительного изучения самой возможности внедрения сортов в зону, отдалённую от места выведения сорта необходимо проводить подобное изучение и предоставлять полученные данные. Это позволит в значительной степени сократить сроки изучения сортов и в случае их неприспособленности к конкретным условиям зоны выращивания – сократить затраты на изучения явно неподходящих форм. Также, в случае необходимости учёт сроков наступления фенологических фаз или суммы активных температур, при которых он могут проходить, можно предусмотреть внедрение ряда агротехнических мероприятий, позволяющих минимизировать неблагоприятное воздействие заморозков на продуктивность насаждений.

Нами проводились подобные исследования при изучении сортов ряда плодовых культур: яблони, персика, сливы, груши, абрикоса. В ходе исследований установлено, что в зависимости от погодных условий сроки прохождения фенологических фаз могут меняться со значительным размахом. Так, при изучении прохождения фенологических фаз у сорта сливы Стенлей в период с 2013 по 2018 гг., установлено, размах начала вегетации (набухание почек) на опытном участке в Симферопольском районе (учебно-опытный сад Института «Агротехнологическая академия») составляет 16...17 дней (рисунок 3.26).

Это, в первую очередь, связано с условиями начала накопления активизирующих температур. В год с наиболее тёплым зимне-весенним периодом (2013) начало набухания почек отмечалось 14 марта. В годы, когда не наблюдалось провокационно-тёплая зима, а также нормальных ход температур в марте месяце, тогда данная фаза может начинаться в период с 25 по 29 марта. Попытка рассчитать среднемноголетние даты прохождения каждой из фенологических фаз, а потом подобрать к ним суммы температур выше 10 °С, равно как и суммы активных температур не дают нам уверенных данных. Так, по

результатам вычисления среднегодовых сумм температур выше 10 °С, приходящиеся на расчётную дату 25 марта составляет 0 °С. Однако, сумма температур выше 10 °С с простым накоплением находится в пределах 80 °С по всем годам.

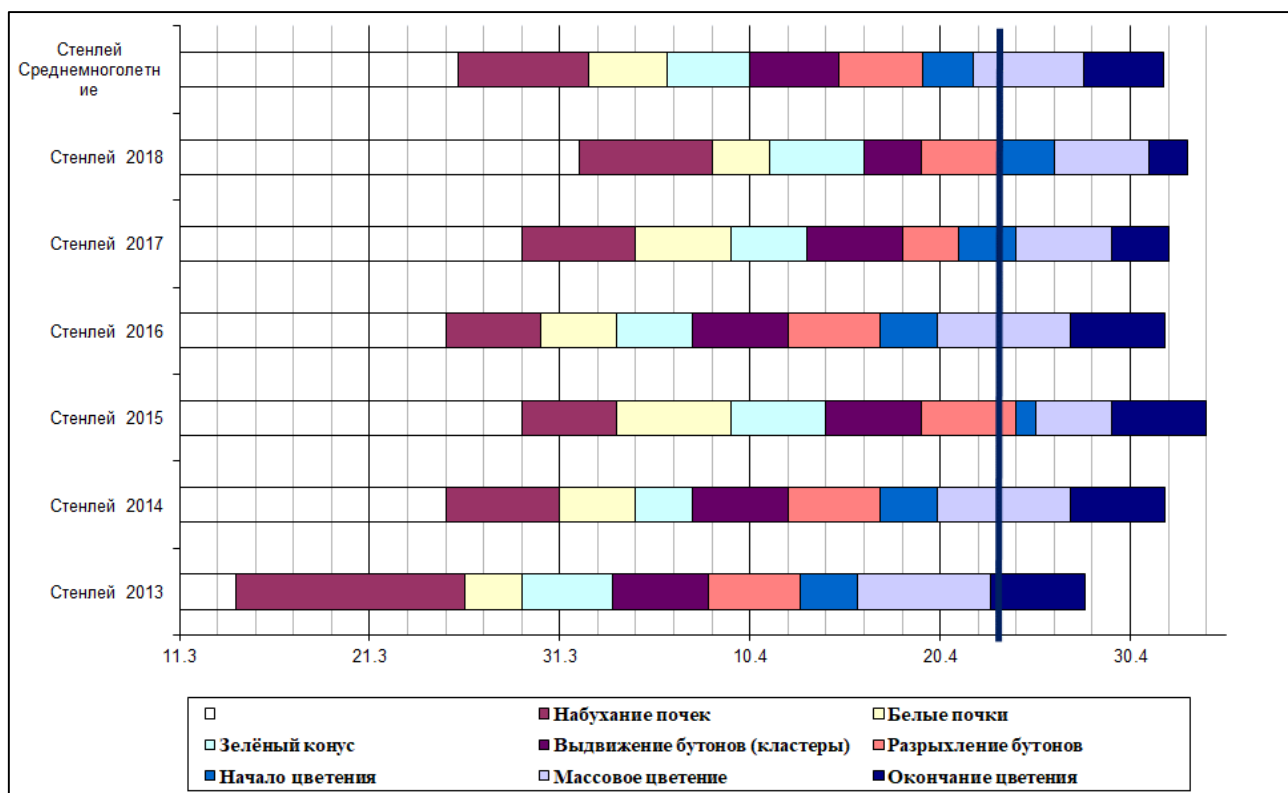


Рисунок 3.26. Прохождение фенологических фаз у сорта сливы Стенлей (от начала вегетации до окончания цветения) в период с 2013 по 2022 гг. Симферопольский р-н. пгт. Аграрное. Сад посадки 2010 г.

В ходе наблюдений нами установлено, что продолжительность прохождения каждой отдельной фенологической фазы находится приблизительно в одинаковом промежутке времени. Так, набухание почек может длиться до семи суток, начало цветения длится, как правило не более двух дней, а остальные фенофазы имеют продолжительность в пределах 4...5 суток. Мы считаем, что с методологической точки зрения необходимо рассчитывать показатели не по средним датам наступления фенологических фаз, а по сравнению сумм температур. Как уже показано, у сорта Стенлей начало набухания почек наступает при суммах накопления температур выше 10 °С до 80 °С. Окончание цветения, которое отмечается как завершение опадения лепестков в среднем происходит при накоплении температур 310 °С.

На рисунке 3.26 для наглядности отражена синяя вертикальная линия, показывающая вероятностную дату, до которой возможно повреждение генеративных образований в фазу окончания цветения. Видно, что вероятность повреждения могла быть только в 2013 году. Во все остальные годы исследований температуры в период заморозков не достигали критических для растений, способных снизить или уничтожить урожай.

Полученные данные и их анализ свидетельствуют о необходимости проводить изучение наступления фенологических фаз относительно сумм активирующих температур для дальнейшего их сравнения с вероятностями наступления критических минимальных температур, способных повредить генеративные органы растения и, как следствие, продуктивности насаждений. Подобная работа на сегодня не ведётся селекционерами, что в значительной мере тормозит процесс интродукции новых сортов в регионы, в которых они ранее не выращивались.

Таким образом, применение вариационного анализа параметрических данных в массиве посуточных погодных наблюдений позволяет прогнозировать даты и вероятность прохождения критических для садовых культур поздневесенних заморозков, способных повлиять на продуктивность насаждений, с точностями 5 % и 95 %.

Таким образом, нами разработаны методологические подходы по обеспечению автоматизированного программного обеспечения прогноза теплообеспеченности территории и её пригодности к реализации биологического потенциала прохождения онтогенеза, вероятностей наступления критических морозов для культур и отдельных групп сортов по морозоустойчивости, а также заморозков, способных оказать влияние на продуктивность насаждений. Также установлено, что для обеспечения нормального роста и развития плодовых и ягодных растений необходимо оптимизировать почвенные условия территории выращивания, при необходимости внося химические мелиоранты при подготовке почвы к посадке сада.

#### **РАЗДЕЛ 4.**

### **АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В САДОВОДСТВЕ**

Для создания промышленных насаждений плодовых и ягодных культур, обеспечивающих высокий показатель продуктивности и экономический эффект производственной деятельности, необходимо провести подбор основных технологических мероприятий, которые бы в полной мере позволили раскрыть биологический потенциал растений, направленный на получение максимальных урожаев при оптимальном расходе ресурсов. Чтобы решить поставленную задачу следует рассмотреть существующие технологии выращивания и эксплуатации плодовых насаждений в укрупнённом виде.

Любой цикл технологического процесса может быть сведён к общим блокам выполнения работ – алгоритмам. Алгоритмизация производства позволяет подобрать комплекс машин, оборудования, расходных материалов, трудовых ресурсов, которые необходимы для получения продукции и экономического эффекта.

Поскольку плодовые и ягодные растения являются живыми организмами, взаимодействующими с факторами окружающей среды, то, в обязательном порядке, необходимо учитывать и их влияние. В этом случае благоприятные факторы позволят увеличить продуктивность насаждений, а неблагоприятные – являются ограничивающими факторами, влияние которых необходимо нивелировать применением дополнительных мер воздействия применяя специальные агротехнологические мероприятия. Однако, даже сами элементы технологии могут применяться в разных модификациях в зависимости от особенностей предприятий и их обеспеченности ресурсами.

Условно можно разделить технологию выращивания на два основных блока:

- базовую технологию, такую, которая не будет меняться вне зависимости от объективных условий зоны выращивания;
- адаптивную технологию, элементы которой вводятся в технологический цикл в зависимости от объективных условий зоны выращивания.

Базовая и адаптивная части технологии взаимосвязаны между собою, поскольку должны обеспечить, как уже утверждалось выше, достижения максимальных показателей продуктивности и качества произведённой продукции при оптимальном расходовании ресурсов.

#### **4.1. Разработка алгоритмов автоматизированной системы базовых технологий производства продукции многолетних насаждений**

Любая технология выращивания сельскохозяйственных культур включает в себя уход за растением, а также обеспечение агротехнических условий бесконкурентного роста и развития культуры в агробиоценозе.

В первую очередь, это элементы или группы элементов, не меняющиеся в зависимости от условий и зоны выращивания. То есть, такие, которые будут применяться в любых зонах и условиях. Считаем, что укрупнённые звенья базовой технологии это: уход за почвой, уход за растением (деревом/кустом), организация защиты растений от вредителей и болезней, а также организация уборки урожая (рисунок 4.1).

Внутри каждого звена технологии может в свою очередь, в зависимости от предпочтений и возможностей производителя подбираться отдельный элемент, удовлетворяющий поставленным задачам. Правильный подбор элементов базовой технологии отображает интенсивность самих насаждений, их продуктивность и, как следствие, эффективность хозяйственной деятельности.

Общий блок базовой технологии и принципы его составления не меняются в зависимости от культуры. Изменения и модификации элементов технологии могут привести к корректировке продуктивности насаждений и эффективности производства. Производитель, выбирая необходимые элементы технологии в

условиях бесстрессовости внешних агробиоценотических условий может рассчитывать на получение максимального урожая. Именно в таких условиях получают наибольшие урожаи и максимальный выход качественных плодов.

Технология выращивания плодовых, ягодных культур и винограда состоит из элементов:

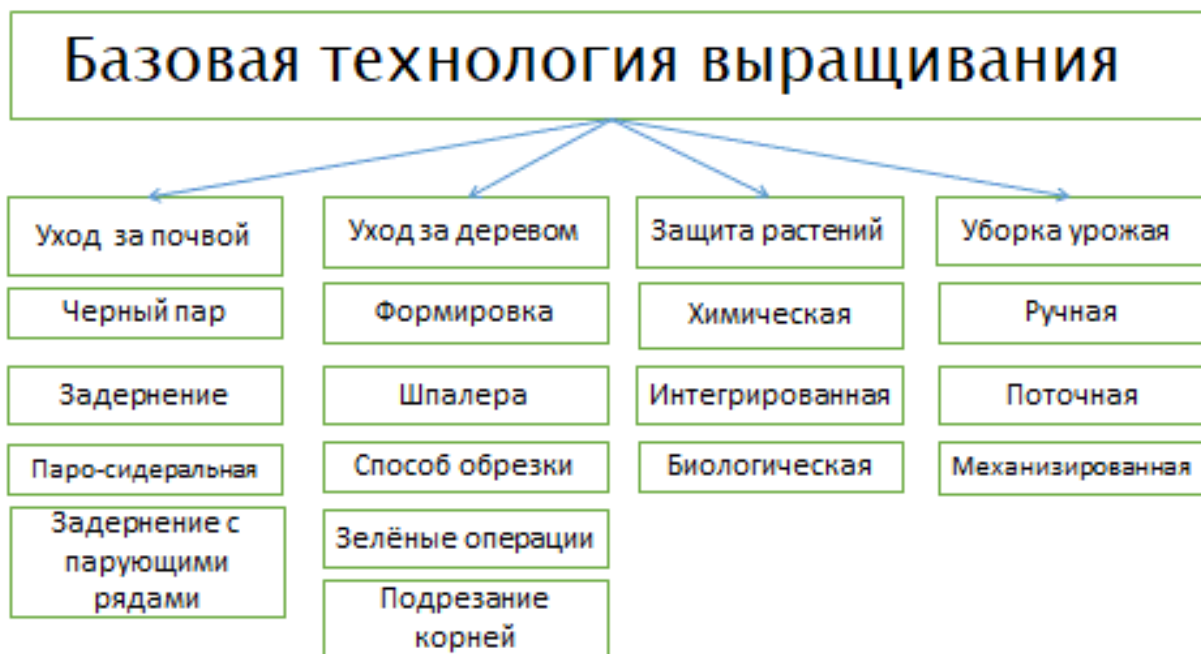


Рисунок 4.1. Базовая технология выращивания плодовых и ягодных культур

Рассматривая базовую технологию по каждому отдельному блоку, следует указать, что выбор технологических процессов может подбираться производителем в зависимости от обеспеченности техникой и ресурсами.

Так, при уходе за почвой, содержа её под чистым чёрным паром, необходимо иметь комплект техники, который состоит из: садового плуга, культиваторов, садовых борон. Также, после обрезки сада, образующуюся чурпу (срезанные ветви) необходимо выталкивать из сада (применение садовых граблей и выталкивателя чурпы).

В это же время при содержании почвы под залужением, достаточно применения одной косилки-дробилки, которая будет, по мере отрастания трав, скашивать траву, а также весной, после обрезки сада, измельчать образовавшиеся древесные остатки с оставлением их на территории сада, что снижает вынос питательных веществ из самого сада. В случае, если выбирается технология содержания под залужением только междурядий, а внутри профиля рядов необходимо содержать почву под паром, то дополнительно к косилке-дробилке необходимо дополнительно применять агрегат по внесению гербицидов в рядах.

Наиболее приемлемым для почв и растений, как показывалось в предыдущих разделах, является применение смешанной системы – паросидеральной. Однако, она предполагает использование всего комплекта техники, который применяется как при уходе за паром, так и для залужения. Кроме этого, поскольку естественно сложившийся растительный покров будет регулярно нарушаться, необходимо также его восстанавливать. Для этого потребуется дополнительно привлекать сеялку для посева почвопокровных трав.

Блок агротехнических мероприятий по уходу за деревом зависит от выбранной интенсивной технологии и ожидаемому получению урожая.

В простых загущенных насаждениях деревья выращиваются при относительно небольшом воздействии на растение с применением лишь обрезки (формирующей, санитарной и нагружающей). Сами же растения выращиваются на сильнорослых или среднерослых подвоях. В таких типах насаждений не применяется установка шпалеры, а, следовательно, и последующие ремонтные работы. С другой стороны, интенсивные насаждения с высокой плотностью посадки, требуют больше ухода за кроной дерева, а также установки шпалеры, форма и конструкционные особенности которой могут в значительной мере варьировать в зависимости от выбранной культуры, особенностей роста и плодоношения сорта, а также предпочтений агронома (по цене конструкции в зависимости от выбранных материалов). Это, естественно, увеличивает затраты ресурсов и привлечение дополнительного оборудования. Для установки

шпалеры, помимо самого шпалерного кола и проволоки, а также сопутствующих крепёжных и упорных материалов требуется привлечение таких агрегатов как: столбостав, разматыватель и натяжитель проволоки. Также требуется существенно увеличить расходы на закладку сада за счёт осуществления погрузочно-разгрузочных работ и перевозку материалов для конструирования шпалеры.

В зависимости от формы кроны дерева, наличия шпалеры и возраста насаждений может существенно меняться способ применяемой обрезки. Это необходимо учитывать изначально в технологическом цикле, поскольку напрямую влияет на производительность труда в саду. Обрезки, которые на сегодня применяются могут осуществляться по общепринятым регламентам с использованием секатора, садовой ножовки, а в случаях большой высоты дерева с применением стремянок или садовых лестниц. Для интенсификации обрезки может использоваться современное вспомогательное оборудование. Так, в ходе полевых испытаний на базе Института «Агротехнологическая академия» установлено, что применение двуручных сучкорезов при обрезке сада, которые способны срезать ветви до 45 мм увеличивает выработку работников на 210...250 %. Использование платформ для обрезки сада, которые применяются повсеместно за рубежом позволяет дополнительно исключить затраты рабочего времени на переноску лестниц, их установку и подъём-спуск работников, что также дополнительно увеличивает выработку на 35...45 %. Причём, комплексное применение вспомогательной техники показывает, что увеличение выработки может суммироваться (таблица 4.1).

Использование другой вспомогательной техники, которая появляется в последнее время всё больше, может также приводить к существенному снижению затрат на уход за кроной дерева. Из таких видов оборудования следует отметить использование пневматических и электрических секаторов, а также контурных обрезчиков. Однако каждый вид такого вспомогательного оборудования имеет особенности по применению. Так, пневматический секатор используется исключительно в комплекте с компрессором, который

устанавливается на платформу. Сам компрессор способен обслуживать 6 обрезчиков. То есть, данный вид оборудования уже изначально требует использования платформы, а также поточного способа обрезки деревьев.

Таблица 4.1. Прогноз затрат труда при обрезке сада (чел.-час/га) в зависимости от применения способов обрезки и конструкции насаждений. Сад сливы

| Конструкция сада                                    | Обрезка классическая (секатор+ножовка) | Применение сучкореза двуручного, 45 мм | Применение платформы + классическая обрезка | Применение платформы + сучкорез 45 мм |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------|
| Загущенный сад (разреженно-ярусная форма), 6х4м     | 133,0                                  | 63,3                                   | 86,5                                        | 41,2                                  |
| Уплощенный сад (Полуплоская Кужеленко), 6х4 м       | 157,0                                  | 62,8                                   | 86,4                                        | 34,5                                  |
| Загущенно-строчный сад (веретеновидная форма), 4х1м | 100,0                                  | 43,5                                   | 60,0                                        | 26,1                                  |

Контурный обрезчик не проводит детальную обрезку, а лишь ограничивает кроны деревьев. Так, в садах АО «Совхоз «Весна» Нижегородского района, использование контурного обрезчика сокращает затраты на обрезку в текущем году на 30...50 % в зависимости от объёмов ограничения кроны. Однако в последующие годы, за счёт увеличения побегообразующей способности деревьев затраты труда на ручную обрезку могут увеличиваться на 10...15 %.

Подобно обрезке, можно отметить и особенности применения зелёных операций в садах. Их использование в период формирования деревьев в значительной мере сокращает непродуктивный период развития деревьев. В последующие же годы, по достижению садами продуктивного возраста, позволяет регулировать объёмы урожая и его качества. На базе учебно-опытного сада сливы сорта Стенлей, посадки 2010 года (схема посадки 6х5 м, форма кроны – разреженно-ярусная, подвой – сеянцы алычи), нами был заложен опыт по

изучению влияния зелёных операций на вступление насаждений в плодоношение. В ходе эксперимента установлено, что в саду, где за год применялось до трёх зелёных операций, начиная с первого года вегетации и вплоть до вступления насаждений в период полного плодоношения, деревья начали давать первый промышленный урожай уже на третий год, а выход в полное, первоначально планируемое плодоношение, наступил на пятый год. В то же время как деревья, не подвергавшиеся зелёным операциям, вступили в плодоношение в общепринятые сроки – первый промышленный урожай – на пятый год, полное плодоношение по проекту – на седьмой. Это связано с тем что при работе ещё с зелёными частями растения, которые не затратили пластические вещества на формирование древесины у однолетних побегов и способны продолжать ростовые процессы, энергия перенаправляется в части растений, которые оставлены обрезчиком на дереве, а загущающие ветви, или имеющие непродуктивный и не подходящий для создаваемой формы кроны удаляются. Отгибание же некоторых ветвей или придание им в ходе манипуляций благоприятного (относительно горизонтального угла), может провоцировать закладку цветковых почек, и, как следствие, цветение и плодоношение на следующую вегетацию.

Также, провоцирование быстрой закладки цветковых почек на дереве способствует применению относительно нового для отечественного садоводства, мероприятия по подрезанию корневой системы деревьев, которая выходит за пределы профиля ряда в направлении междурядий. При этом растения получают физиологический стресс, который ослабляет ростовые процессы и приводит к водному дефициту растений в период интенсивного роста и восстановления утраченной корневой системы. Это способствует увеличению концентрации клеточного сока в зелёных частях растений и приводит к дифференциации генеративных образований, обеспечивающих получение урожая в следующую вегетацию. Естественно, подобное мероприятие требует высокого уровня агротехники в виде поддержания нормального уровня водного и минерального питания. Иначе наблюдается гибель растений. Подобное мероприятие, при

поддержании уровня водообеспеченности в пределах 75 % от НВ приводило в АО «Крымская фруктовая компания» Красногвардейский район Республики Крым в 2008...2010 годах к увеличению стабильности плодоношения и продуктивности насаждений в следующей вегетации на 15...21 %. В тот же период, в насаждениях с низким уровнем водообеспеченности – ООО «Крым-Аромат» Бахчисарайского района подобные мероприятия привели к гибели отдельных ослабленных растений, что, естественно, впоследствии снизили общую продуктивность насаждений. То есть, следует отметить, что некоторые виды мероприятий, которые включаются в базовую технологию выращивания, могут иметь ограничения или противопоказания к совместному использованию с другими видами работ.

Одним из важнейших блоков базовой технологии выращивания является защита растений от вредителей и болезней. Известно, что при невыполнении этих мероприятий могут быть потери урожая в пределах 60...80 % и полная утрата качества оставшегося урожая. В возможностях выбора элементов технологических процессов защиты растений могут подбираться программы: химическая, интегрированная и биологическая.

Анализ выбираемых способов защиты садов от вредоносных биотических факторов показывает, что в подавляющем большинстве организаций, занимающихся консультированием садоводов предлагают химическую систему защиты. Принцип её заключается в том, что для каждого из вредоносных факторов (вредителя и болезни) разрабатывается приблизительный календарный план обработок. После этого данные виды обработок и препараты совмещаются в общую систему. При этом не принимается во внимание реальная (объективная) ситуация, возникающая в отдельные годы под влиянием погодных или иных факторов. Этот способ показывает себя как надёжный, однако приводит к существенному расходу средств защиты растений и ресурсов на выполнение работ. Зачастую, из-за большого расхода средств на обработки за вегетацию, садоводы не выполняют все рекомендации или отклоняются от них. Это может приводить к потере урожайности или качества произведённой продукции.

Учёт объективной ситуации в выборе сроков обработок и состава применяемых препаратов возможен при использовании интегрированной системы защиты растений. Эта система применяется в крупных предприятиях, в которых работают агрономы по защите растений или агрономы по многолетним насаждениям, имеющие опыт работы в данном направлении. Не исключая необходимости использования обработок в борьбе с вредителями и болезнями, при такой системе используются методы интерактивного мониторинга развития каждого экономически значимого вредоносного фактора. Агрономы используют для определения вредителей феромонные ловушки, а для мониторинга развития болезни – данные автоматических полевых метеостанций, в программный пакет которых заложен расчёт развития болезни исходя из погодных параметров. При этой системе агрономы изначально заказывают набор препаратов защиты растений на сезон или в соответствии с приблизительным календарным планом, а используют лишь при достижении вредителем или болезнью экономического порога вредоносности.

В ходе опроса агрономов-садоводов и фермеров, выращивающих многолетние насаждения установлено, что при использовании исключительно препаратов системного действия сравнительные расходы на защиту растений по календарным срокам бывает дороже на 18...41 %, а количество обработок больше на 33 % (таблица 4.2).

В последние годы наблюдается высокая тенденция использования биологических препаратов для защиты растений. Подобную тенденцию биологизации сельскохозяйственного производства с целью производства экологически чистой продукции невозможно игнорировать. В Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации [59], доля биологических препаратов на сегодня доходит до 30 % [93, 141, 202]. Однако, анализируя препаративную форму допущенных к использованию препаратов этого типа, было установлено, что все они относятся к контактными средствам защиты растений и не имеют системного действия.

Таблица 4.2. Сравнительный анализ систем защиты растений в зависимости от выбранного метода. Данные анкетного опроса агрономов по многолетним насаждениям и фермеров, проводимый в период 2008-2018 гг.

| Культура             | Количество обработок, шт. |                 |               | Стоимость системы защиты (тыс. руб./га) |                 |               |
|----------------------|---------------------------|-----------------|---------------|-----------------------------------------|-----------------|---------------|
|                      | Химическая                | Интегрированная | Биологическая | Химическая                              | Интегрированная | Биологическая |
| Яблоня               | 32                        | 24              | 39            | 72,3                                    | 58,6            | 92,4          |
| Груша                | 21                        | 14              | 34            | 69,8                                    | 45,9            | 84,2          |
| Слива                | 14                        | 9               | 21            | 52,6                                    | 43,1            | 68,7          |
| Черешня              | 21                        | 15              | 27            | 42,1                                    | 24,7            | 58,3          |
| Персик,<br>нектарины | 25                        | 15              | 27            | 47,8                                    | 25,4            | 62,1          |

То есть, они действуют на вредящий растениям фактор в момент нанесения на растения и лишь при непосредственном контакте с вредителем или болезнью. Это приводит к необходимости увеличения количества обработок таким препаратами. В сравнении с календарным подходом проведения химических обработок, при органической системе защиты растений количество увеличивается на 34 %, а стоимость применяемых средств защиты растений – на 29 % соответственно.

Последний блок базовой технологии выращивания плодовых и ягодных культур – организация уборки урожая. В данном блоке выбирают: ручной сбор, поточный и с полной механизацией. Ручная уборка урожая, как правило, применяется в чистом виде в малых садоводческих предприятиях, площади которых не превышают 100 га, а в прилегающих населённых пунктах высокий уровень обеспеченности временными (сезонными) трудовыми ресурсами. Это связано с тем, что при ручной уборке, которая носит короткий, но высоко трудонапряженный характер, привлекаемые работники не будут в полном объёме привлекаться на протяжении всего года. При использовании этого способа сбора урожая используется, в сравнении с другими, наименьшее количество техники. Необходимы только: прицепы для перевозки урожая, и тракторный погрузчик для распределения тары по рабочим местам, а в конце рабочей смены – погрузки её в прицеп. Все остальные виды работ выполняются работниками вручную. Этот метод наименее производительный, однако, обеспечивает самый высокий выход неповреждённой продукции. В структуре затрат рабочего времени весь ручной труд на обслуживание 1 га сада сливы урожайностью 25 т/га и плотностью посадки сада по схеме 6х4 м, составляет 95 % (рисунок 4.2), или 991,9 чел.-час из общегодовых – 1049,01 чел.-час.

В то же время, уборка поточным методом предполагает использование вспомогательной техники не только на транспортировку урожая, но также и применения плодуборочных транспортных тележек или платформ, на которых и рядом с которыми работают звенья [162].

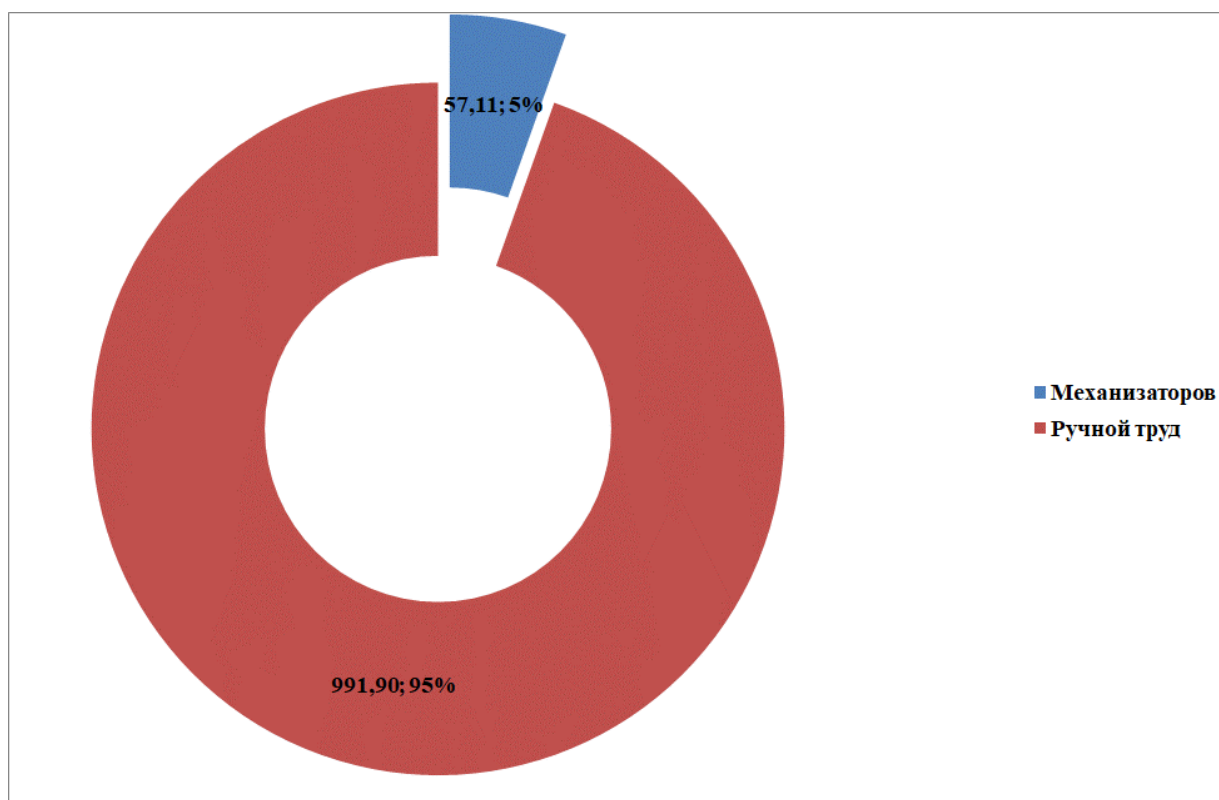


Рисунок 4.2. Структура затрат рабочего времени при ручной уборке урожая сливы (25 т/га)

При этом норматив выполнения уборки работниками повышается с 2,5 ц/смену до 7,0 ц/смену при поточном сборе (рисунок 4.3). В сравнении с уборкой вручную – поточный метод позволяет снизить потребность в трудовых ресурсах на 514 чел.-час/га.

Большая интенсификация и переход на поточный метод сбора применяется в насаждениях с высоким уровнем агротехники и площадями на предприятиях свыше 100 га. При этом необходимо учитывать необходимость производства выравненной плодовой продукции. Иначе при уборке и высоких нормативах для работников проводить рассортировку разных по товарным сортам плодов, может происходить снижение общего качества партии урожая.

Увеличение норм выработки связано с тем, что при использовании плодуборочных платформ работникам нет необходимости переносить с собой лестницы для доступа к верхним частям крупногабаритных крон деревьев, а

также нет необходимости переносить собранные плоды к месту их складирования на поддоны.

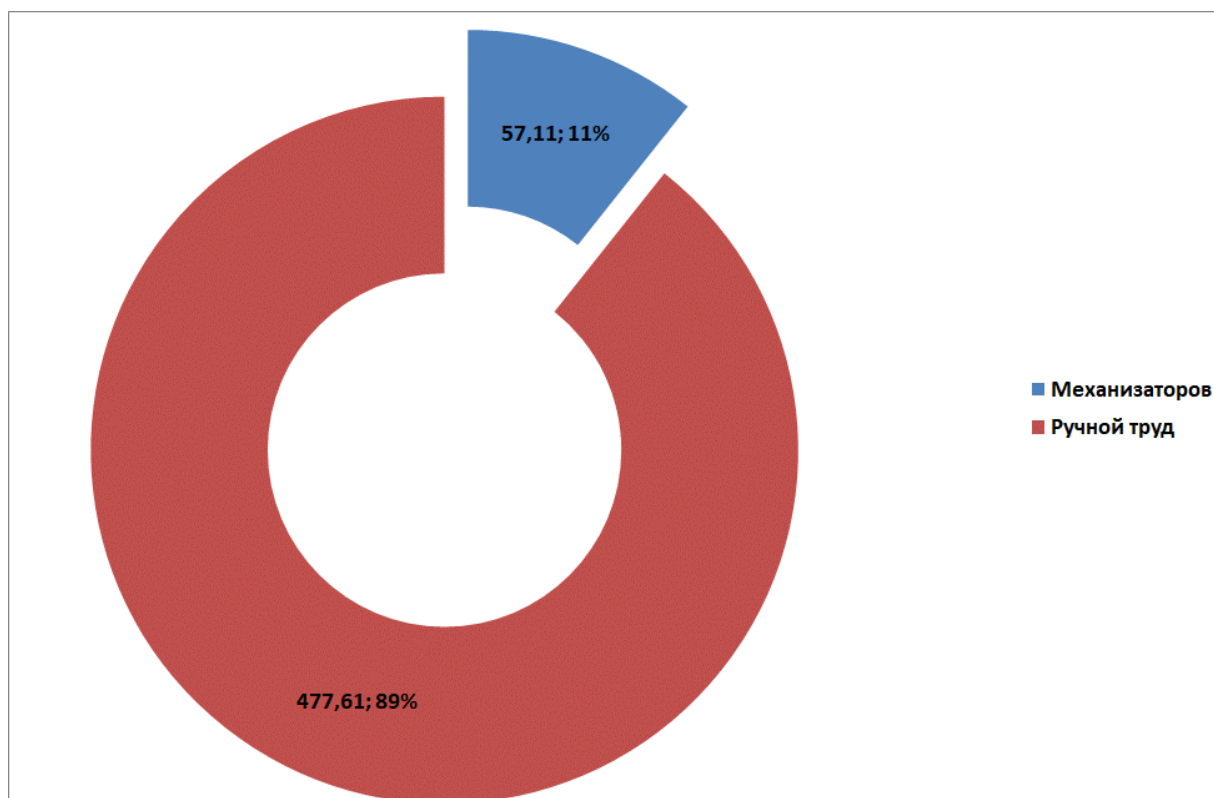


Рисунок 4.3. Структура затрат рабочего времени при поточной уборке урожая сливы (25 т/га)

Наиболее высокопроизводительным является применение плодуборочных комбайнов. При этом способе уборки урожая нет необходимости привлечения сезонных работников. Комбайновая уборка обеспечивает сбор не валового урожая, а в целом площади. При этом, в сравнении с ручным сбором, затраты труда снизились на 787 чел.-час или в три раза. При этом увеличилась доля механизированных работ и затрат труда механизатора до 23 % (рисунок 4.4). Следует отметить, что использование механизированной уборки урожая плодовых культур на сегодня не применяется ни в Крыму, ни в России. Поэтому данные приведены расчётные, исходя из имеющихся сведениях о выполнении технологического цикла организации уборочной кампании, а также имеющейся в доступе на российском рынке сельскохозяйственной техники плодуборочных машин. Это перспективное

направление, которое одновременно имеет и ряд ограничений. Так, при выборе данного способа сбора урожая необходимо учитывать тот факт, что плодуборочные комбайны проводят сбор всех плодов вне зависимости от их степени зрелости. Следовательно, необходимо подбирать сорта с одновременным созреванием всех плодов в массиве сада. Также следует учитывать и возможность механического повреждения урожая при стряхивании. Поэтому все плоды должны иметь повышенную механическую прочность.

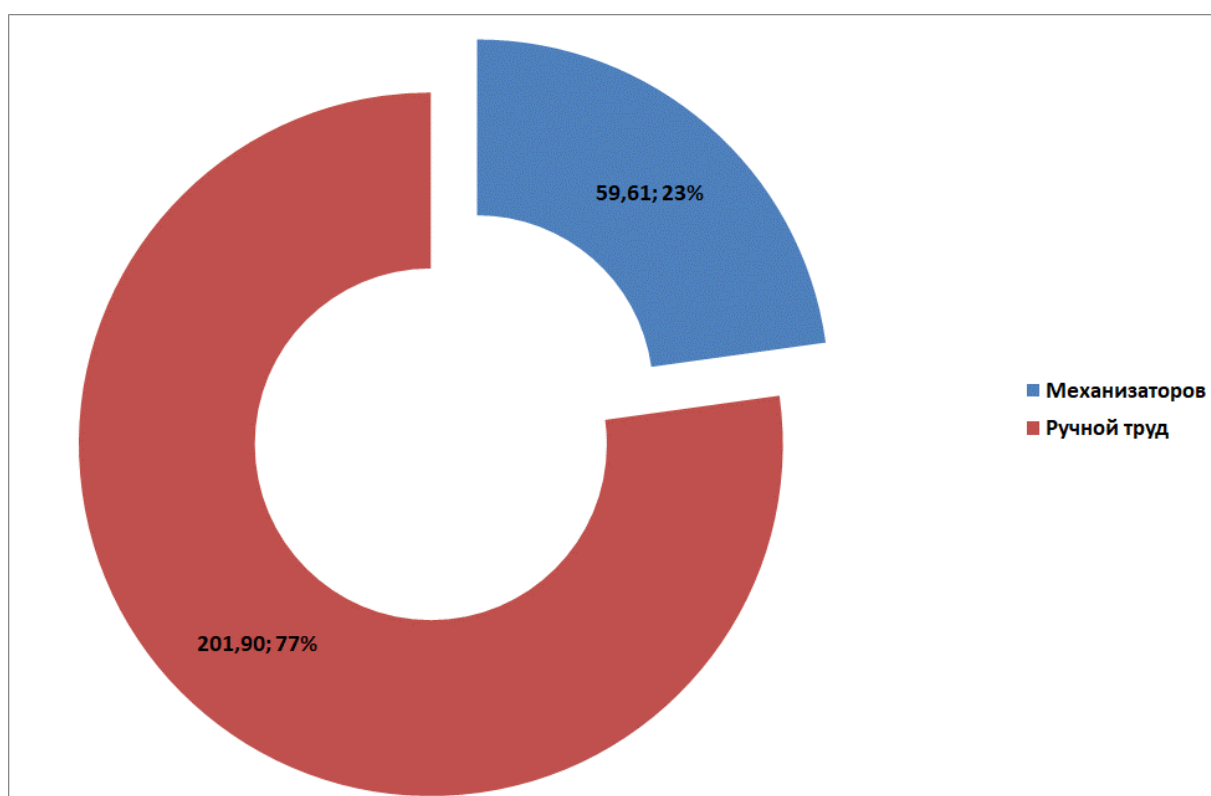


Рисунок 4.4. Структура затрат рабочего времени при механизированной уборке урожая сливы (25 т/га)

В годы, когда только разрабатывалась сама концепция механизированной уборки плодовой продукции, считалось, что данный метод пригодный для отбора плодов для использования их не столько для дальнейшего употребления в свежем виде, сколько для последующей их переработки. Это связано с неизбежно повышенным процентом механического повреждения плодов, который сегодня может достигать 5 % в зависимости от уровня оснащённости комбайнов защитными от такого повреждения материалами.

Подводя тоги по выбору вариантов базовой технологии следует отметить, что нами систематизированы различные варианты выбора агротехнических мероприятий, которые обязательно присутствуют во всех технологиях выращивания многолетних насаждений.

Таким образом, установлено, что выбор отдельных элементов в каждом их блоков технологий (уход за почвой, уход за деревом, подбор системы защиты растений и организация уборочной кампании) может осуществляться в зависимости от имеющейся техники, обеспеченности трудовыми ресурсами, а также поставленных задач по направлению использования произведённой продукции. При этом, величение интенсивности производственного цикла может привести к существенному снижению потребности в трудовых ресурсах с увеличением доли использования механизированных и высокоэффективных приёмов. Это, как следствие, является резервом для повышения производительности труда при выращивании плодовой продукции.

#### **4.2. Подбор адаптивных элементов технологии выращивания многолетних насаждений с использованием методов цифрового расчёта влияния ограничивающих факторов**

Если базовая технология выращивания позволяет получать практический урожай в благоприятных для культуры условиях, то необходимость введения адаптивных элементов технологии позволяет сохранить биологический потенциал продуктивности культуры в стрессовых факторах окружающей среды.

Тенденция снижения негативного влияния факторов окружающей среды на продуктивность насаждений появилась лишь в последние десятилетия и связана с повышением ресурсоёмкости производственного процесса. При этом учитываются основные риски, которые напрямую влияют на состояние растений и не позволяют получать ожидаемый результат.

В разделе 3 уже описывались основные факторы окружающей среды, которые могут негативно влиять на продуктивность насаждений, а также снизить качество производимой продукции. Эти факторы влияют на насаждения в соответствии с законом ограничивающих факторов Либиха в модификации целесообразности Голдратта [274].

Однако единой систематизации факторов, а также самого учёта целесообразности подбора агротехнических мероприятий относительно экологической пластичности культуры практически не проводилось. Существуют лишь отдельные публикации, а также волевое решение производителей включения их в систему агротехнических мероприятий без оценки эффективности и целесообразности с точки зрения производства, экономики, а также целей, поставленных перед самими насаждениями.

На рисунке 4.5 представлена схема основных абиотических факторов окружающей среды, которые необходимо учитывать при подборе самих адаптивных элементов технологии.

Основными абиотическими факторами являются системы почвенных и климатических условий. Причём почвенные условия в отечественном плодоводстве, в большинстве случаев, изучены достаточно детально и для них разработаны комплексы мероприятий, позволяющих эффективно снижать негативное действие отдельных элементов ограничивающих факторов.

Внутри почвенных условий следует разделять две основных подсистемы – непосредственно почву как механическую и химическую систему. Данная проблематика описывалась с точки зрения биологической пластичности культуры и основных агротехнических мероприятий в разделе 3. Следует указать, что использование систем удобрений и подкормок в течение жизненного цикла растений позволяет решить ряд вопросов с обеспечением элементами питания.

На растения влияют абиотические факторы, которые снижают продуктивность насаждений и требуют корректировки технологии выращивания многолетних насаждений



Рисунок 4.5 Влияние абиотических факторов внешней среды и возможности нивелирования их влияния подбором элементами технологии.

Однако, необходимо также учитывать и остатки, биологически нейтральные для питания, но химически активные для почвенной системы части удобрений, которые не поглощаются корнями плодовых растений. Также необходимо учитывать не только эффект от внесения удобрений, но и их взаимодействие по увеличению или уменьшению поглотительной способности важных для культуры элементов питания.

В ходе исследований, проведённых другими исследователями установлено, что существует такое взаимодействие между эффективностью поглощением макро- и микроэлементами, которое необходимо учитывать (рисунок 4.6.) [367, 390, 403].

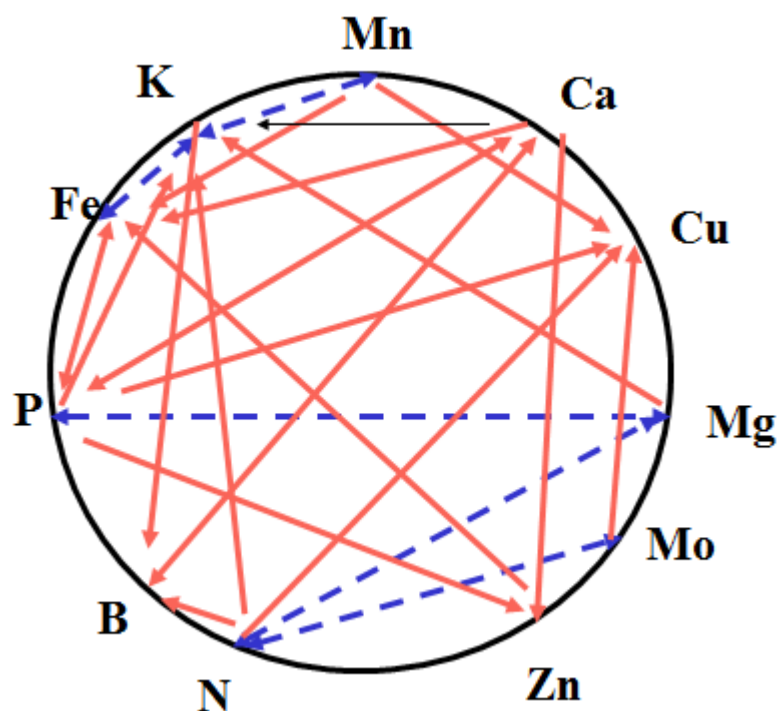


Рисунок 4.6. Схема взаимодействия между макро- и микроэлементами и их комплексного влияния на взаимное поглощение плодовыми растениями\*. (систематизированные данные по: Penning de Vries, F.W.T. and van Laar, H.H. (eds) (1982); Scholz Roland W. Et all. (2014); Taiz, L. and Zeiger, E. (2002))

\* Красная стрелка – антагонистичное действие исходящего элемента на приходящий. Синяя пунктирная стрелка – увеличение поглощения элемента питания.

Как видно из рисунка, наибольшим антагонистичным взаимодействием элементов питания подвергаются железо, медь и бор. В условиях почв Крыма избыток активного кальция растения могут испытывать стресс в поглощении железа, фосфора и цинка. Это подтверждается наблюдениями за плодовыми насаждениями и данными листовой диагностики при сравнительном анализе с почвенными агрохимическими анализами. Так, в почвах Крыма, по данным всех агрохимических исследований (Центра агрохимической службы, агрохимических лабораторий коммерческих организаций и Института «Агротехнологическая академия») установлено, что обеспеченность фосфором,

железом и цинком в целом находится в оптимальных для почв данного типа концентрациях. Однако, листовая диагностика в период интенсивного роста растений показывает дефицит этих элементов по насыщенности в самих частях растений. Это доказывает антагонистическое взаимодействие с другими соединениями, которые не дают корневой системе эффективно их поглощать и включать в цикл питания растений. Сегодня подобное взаимодействие элементов питания не принимается в расчёт, что снижает эффективность применения удобрений и подкормок.

Для каждого элемента питания должны приниматься во внимание также и формы самих удобрений. На примере хозяйства в Белогорском районе в разделе 3 уже приводился пример снижения негативного действия активных карбонатов связыванием их серой до нейтрального с точки зрения корневой системы растений гипса. При этом сама сера выступала не как удобрение, а как мелиорант.

Кроме этого, не имея данных по взаимодействию элементов питания, зачастую агрохимические лаборатории дают рекомендации по внесению при закладке многолетних насаждений больших доз другого мелиоранта — фосфогипса. Основным мотивирующим объяснением этому приводится улучшение структуры почвы, а также временное улучшение состояния (эффект последствия до трёх лет) самих растений. Известно, что в химическом составе фосфогипса присутствует фосфор, сера и кальций. В период биологической активности препарата концентрация подвижного фосфора превышает порог пассивации кальцием, что приводит к его быстрому поглощению корнями растений. В дальнейшем же, при увеличении выноса этого элемента из почвы и, как следствие, снижения порога доступности, антагонист этого элемента — кальций не будет давать фосфору поглощаться вне зависимости от его количества. То есть, данный элемент, не смотря на сохранение своей подвижности будет недоступный растениям. Именно поэтому фосфогипс не даёт стойкого продолжительного эффекта и со временем необходимо применять высокие дозы фосфорных соединений в виде подкормок.

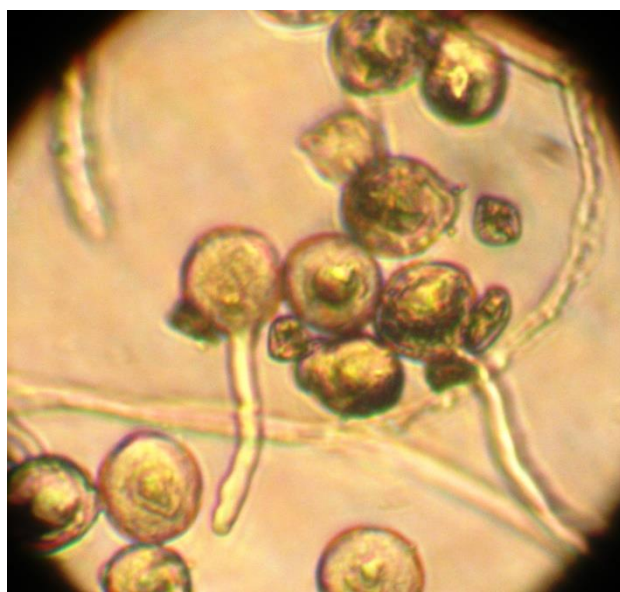
Подобный эффект наблюдался в садах АО «Крымская фруктовая компания» Красногвардейского района и ООО «Крым-Аромат» Бахчисарайского района. В первые годы жизни садов, даже при регулярном внесении через систему капельного орошения раствора ортофосфорной кислоты до pH 5,5 в водном растворе, а также дополнительном введении этой кислоты в виде концентрата для промывки системы капельниц от карбонатов, нормальное питание и насыщенность фосфором в тканях растений начало наблюдаться лишь со второй вегетации в Красногвардейском районе (карбонатность почв 18...21 %), а в Бахчисарайском районе – с третьей вегетации (карбонатов 26...36 %).

Поскольку растениям некоторые элементы в целом необходимы в небольших концентрациях, то учитывая антагонистичное действие содержащихся в почве отдельных элементов можно применять систему некорневых подкормок. Так, соединения бора, как и железа, цинка и фосфора практически не могут поглощаться корнями растений в течении всей вегетации из-за высоких концентраций кальция. Применение некорневых подкормок практически в полной мере снижает негативный эффект от такого антагонизма веществ. При использовании в качестве некорневых подкормок борной кислоты был достигнут эффект насыщения этим элементом генеративных органов растений в критически важный для формирования и развития период.

Поскольку борная кислота в первую очередь отвечает за развитие генеративных органов и контролирует прорастание пыльцевых зёрен на ложе пестика, нами было проведено анатомическое исследование степени прорастаемости пыльцы на фоне применения борных препаратов, внесённых в качестве удобрений в виде фертигации и в качестве некорневых подкормок (рисунок 4.7), которые проводились ежегодно в период с 2009 по 2019 гг.

Данные по прорастаню пыльцевых зёрен на ложе пестика фиксировались спустя 4 часа после искусственного нанесения в процессе гибридизации. Наглядно видно, что на фоне применения некорневой подкормки, прорастаемость пыльцы намного более интенсивная, в сравнении с вариантом при использовании почвенной подкормки. Также отмечалось и более высокая

концентрация бора в зелёной части растений. Следует отметить, что доступность для растений любого минерального удобрения, введенного в виде некорневых подкормок находится в пределах 25 %, в то же время, как при почвенных достигает 50...75 %. То есть, при одинаковой дозе борной кислоты в самих вариантах опыта, доступность её для растений при некорневых подкормках была намного (в 2...3 раза) меньше в сравнении с другим вариантом. Однако, эффект по прорастанию пыльцы выше именно при некорневых подкормках. Объяснению этому является то, что при почвенных подкормках составляющая удобрения просто не доступна для всасывания корнями растений. Как один из факторов низкой доступности бора может быть антагонизм кальция и калия, которых в почвах учебно-опытного сада Института «Агротехнологическая академия» содержится в пределах 21 % и 43 мг-экв/100 г. почвы соответственно.



а) Применение некорневых подкормок в расчёте 1 кг борной кислоты на 1 га



б) Применение удобрений в виде почвенных подкормок в расчёте 1 кг борной кислоты на 1 га

Рисунок 4.7. Степень прорастания пыльцы яблони сорта Флорина на ложе пестика (сорт Кандиль Синап) в зависимости от способа удобрения борными соединениями. Учебно-опытный сад Института «Агротехнологическая академия», апрель 2010 г.

Для адаптивного учёта всех почвенных параметров необходимо применять дифференцированный подход с учётом содержания элементов питания в почве, их выноса в планируемом урожае, а также степенью усвоения растениями в зависимости от способа внесения.

Для автоматизации процесса расчёта была разработана компьютерная программа, включающая параметры выноса элементов питания из расчёта на хозяйственный урожай, а также обеспечивающей автоматизированный подбор форм удобрений, вносимых в почву в зависимости от реакции почвенного раствора. В программе была для расчёта норм удобрений в виде некорневых подкормок использовалась разработанная нами формула, переведённая в логическую формулу электронного расчёта. Имеющая математический вид:

$$N = \frac{((K_{\text{опт}} - K_{\text{факт}}) * (Y * \text{Коэф. биом} * 100) * ((100 - \text{Вл}) / 100))}{1000000}, \quad (4.1)$$

Где: N – норма д. в. для внесения в виде некорневых подкормок;

$K_{\text{опт}}$  – оптимальный уровень концентрации элемента, мг/кг;

$K_{\text{факт}}$  – фактический уровень концентрации элемента, мг/кг;

Y – урожайность, ц/га;

Коэф. Биом – соотношение биомассы растений с хозяйственной урожайностью;

Вл. – влажность листьев, %.

В качестве примера в таблицах 4.3-4.5 и приложениях «Д.1 – Д.4» приведены результаты расчёта норм и форм внесения удобрений для объективных условий садов яблони, черешни и сливы, расположенных в Институте «Агротехнологическая академия», которые выполнялись в 2010 году. При этом учитывалось, что в массиве насаждений яблони потенциальная урожайность (расчёт по окончанию цветения) составляла 25...40 т/га, сливы и черени – 10 т/га. Подобный адаптивный расчёт системы удобрений и подкормок на момент осуществления консультационной деятельности проводится регулярно и может корректироваться в зависимости от поступающей информации по изменению потенциальной продуктивности насаждений или

Таблица 4.3. Рекомендуемая система удобрений плодоносящих насаждений яблони. Данные почвенного анализа учебно-опытного сада яблони (с. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия»), формируемая разработанной программой

|                                        |                                                           |      |        |     |      |      |        |          |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------|--------|-----|------|------|--------|----------|
| Яблоня молодая плодоносящая 25-40 т/га | Фертигация молодой плодоносящей яблони 25-40 т/га         |      |        |     |      |      |        |          |
|                                        | удобрение                                                 | март | апрель | май | июнь | июль | август | сентябрь |
|                                        | Аммиачная селитра, т                                      |      |        | 0,2 | 0,1  |      |        |          |
|                                        | KNO <sub>3</sub> , т                                      |      |        |     |      | 0,1  |        |          |
|                                        | Фосфорная к-та, кг                                        |      |        | 30  | 30   | 20   | 10     |          |
|                                        | Азотная к-та, кг                                          |      |        |     |      |      |        | 6        |
|                                        | NPK, т                                                    | 0,1  |        |     |      |      |        |          |
|                                        | Эмбионик л                                                |      |        | 30  | 60   |      |        |          |
|                                        |                                                           |      |        |     |      |      |        |          |
|                                        | Листовые удобрения молодой плодоносящей яблони 25-40 т/га |      |        |     |      |      |        |          |
|                                        | удобрение                                                 | март | апрель | май | июнь | июль | август | сентябрь |
|                                        | мочевина, кг                                              |      | 8      | 8   | 4    |      |        | 60       |
|                                        | хелаты Zn, кг                                             |      | 1      |     |      |      |        | 0,5      |
|                                        | Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                         |      |        | 7   | 14   | 21   |        |          |
|                                        | Вуксал комплекс, л                                        |      |        | 2   | 3    |      |        |          |
|                                        | MgSO <sub>4</sub> , кг                                    |      | 8      | 8   |      |      |        |          |
|                                        | CaCl, кг                                                  |      |        |     |      |      | 14     | 14       |
|                                        | интермаг В, кг                                            |      | 1      |     |      |      |        | 1,5      |
|                                        | Фосфорная к-та, кг                                        |      | 2      | 2   | 2    | 2    |        |          |
|                                        | Моноаммоний фосфат                                        |      |        |     |      |      |        |          |
|                                        | хелаты Mn, кг                                             |      |        | 1   | 1    |      |        |          |
|                                        | Каолиновая глина, кг                                      |      |        |     |      | 30   | 60     |          |
|                                        | Известь                                                   |      |        |     |      | 10   | 20     |          |

Таблица 4.4. Рекомендуемая система удобрений вступающих в плодоношение насаждений черешни. Данные почвенного анализа учебно-опытного сада яблони (с. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия»), формируемая разработанной программой

Черешня - Вишня вступающая в плодоношение до 10 т/га

Фертигация вступающей в плодоношение черешни - вишни до 10т/га

| удобрение            | март  | апрель | май | июнь | июль | август | сентябрь |
|----------------------|-------|--------|-----|------|------|--------|----------|
| Fe, кг, почв         |       |        | 5   | 5    | 5    |        |          |
| Аммиачная селитра, т |       |        | 0,1 | 0,5  |      |        |          |
| KNO <sub>3</sub> , т |       |        |     |      | 0,1  |        |          |
| Фосфорная к-та, кг   |       |        | 40  | 35   | 30   | 10     |          |
| Азотная к-та, кг     |       |        |     |      |      |        | 6        |
| NPK, т               | 0,075 |        |     |      |      |        |          |
| Эмбионик, л          |       |        | 60  | 60   | 30   |        |          |

Листовые удобрения вступающая в плодоношение черешни-вишни до 10т/га

| удобрение                         | март | апрель | май | июнь | июль | август | сентябрь |
|-----------------------------------|------|--------|-----|------|------|--------|----------|
| мочевина, кг                      |      | 8      | 8   | 4    | 20   | 10     | 0        |
| хелаты Zn, кг                     |      | 1      |     |      |      |        | 0,5      |
| Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> |      |        | 8   | 8    |      |        |          |
| хелаты Fe, кг, лист               |      |        | 2   |      |      |        |          |
| MgSO <sub>4</sub> , кг            |      |        |     |      | 10   | 10     |          |
| интермаг В, кг                    |      | 1      |     |      |      |        | 1,5      |
| Фосфорная к-та, кг                |      | 2      | 2   | 2    | 2    |        |          |
| хелаты Mn, кг                     |      |        | 1   |      |      |        |          |
| Известь                           | 20   |        |     |      |      |        |          |

Таблица 4.5. Рекомендуемая система удобрений вступающих в плодоношение насаждений сливы. Данные почвенного анализа учебно-опытного сада яблони (с. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия»), формируемая разработанной программой.

Фертигация вступающей в плодоношение слива до 10т/га

| удобрение            | март  | апрель | май | июнь | июль | август | сентябрь |
|----------------------|-------|--------|-----|------|------|--------|----------|
| Fe, кг, почв         |       |        | 5   | 5    | 5    |        |          |
| Аммиачная селитра, т |       |        | 0,1 | 0,05 |      |        |          |
| KNO <sub>3</sub> , т |       |        |     |      | 0,1  |        |          |
| Фосфорная к-та, кг   |       |        | 30  | 30   | 15   |        |          |
| Азотная к-та, кг     |       |        |     |      |      |        | 6        |
| NPK, т               | 0,075 |        |     |      |      |        |          |
| Эмбионик, л          |       |        | 60  | 30   |      |        |          |

Листовые удобрения вступающая в плодоношение Слива до 10т/га

| удобрение                         | март | апрель | май | июнь | июль | август | сентябрь |
|-----------------------------------|------|--------|-----|------|------|--------|----------|
| мочевина, кг                      |      | 8      | 8   |      | 20   | 10     | 0        |
| хелаты Zn, кг                     |      | 1      |     |      |      |        | 0,5      |
| Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> |      |        | 4   | 3    |      |        |          |
| MgSO <sub>4</sub> , кг            |      |        |     |      | 10   | 10     |          |
| интермаг В, кг                    |      | 1      |     |      |      |        | 1,5      |
| Фосфорная к-та, кг                |      | 2      | 2   | 2    | 2    |        |          |
| Известь                           | 20   |        |     |      |      |        |          |

Слива вступающая в плодоношение до 10 т/га

динамики элементов питания в системе «почва-растение». В данных системах удобрений учитывались основные взаимодействия между собой препаративных форм макро- и микроудобрений, а также возможность антагонистического действия в системе почва-удобрение-растение. В итоге применение таких количеств, форм удобрений и сроков их внесения позволило организации достигнуть желаемых результатов по производству продукции, а также обеспечению нормального развития деревьев.

При изменении продуктивности насаждений, а также содержания макро- и микроэлементов в системе «почва-растение», автоматизированная компьютерная программа выдаст другой откорректированный результат.

В блоке с почвенными условиями также показана возможность или необходимость применения орошения. В последние годы орошение для интенсивных насаждений считается обязательным не зависимо от того, насколько благоприятны климатические и почвенные условия выращивания. Орошение в интенсивном садоводстве выполняет не только функцию улучшения водного питания растений. Оно также позволяет быстро и при меньших затратах ресурсов доставить легко доступные элементы питания к каждому растению. При этом желательно применение орошения с максимальной индивидуализацией для растений. Это реализуемо с применением капельного, подпочвенного или индивидуального орошения, которое позволяет доставлять воду непосредственно корням растений, а не решает задачу насыщение влагой территории.

Однако, как недостаток, так и избыток воды является негативным фактором. Так, в регионах с нормальным распределением естественно приходящих осадков в течении года, чтоб избежать излишнего переувлажнения насаждения плодовых культур защищают от затопления корней, не исключая при этом установку системы капельного орошения (рисунок 4.8).



Рисунок 4.8. Дерево в саду, защищенное от переувлажнения с одновременной системой капельного орошения

В Крыму сложились другие условия. В целом регион характеризуется засушливостью. Количество осадков в течении года колеблется от 380 мм в Ленинском районе и до 718 мм в зоне города Ялта (рисунок 4.9). В основных сельскохозяйственных районах, где сколько-нибудь осуществляется садоводство, количество осадков колеблется в пределах от 495 мм (Нижнегорский и Советский районы) – до 615,9 мм в Бахчисарайском районе. Наблюдается тенденция увеличения количества годовых осадков в зависимости от близости к крымской горной гряды и в предгорье. Это связано с повышением высоты над уровнем моря, а также явлением выпадения осадков из облаков, задерживаемых самой горной грядой.

Исторически сложилось, что садоводство развивалось именно в районах предгорной части Крыма, в то время как в степной части в основном сады закладывались исключительно после введение в строй Северо-Крымского канала, который давал оросительную воду, отводимую из дельты реки Днепр.

То есть, садоводство в Крыму в целом может развиваться исключительно с учётом необходимости орошения.

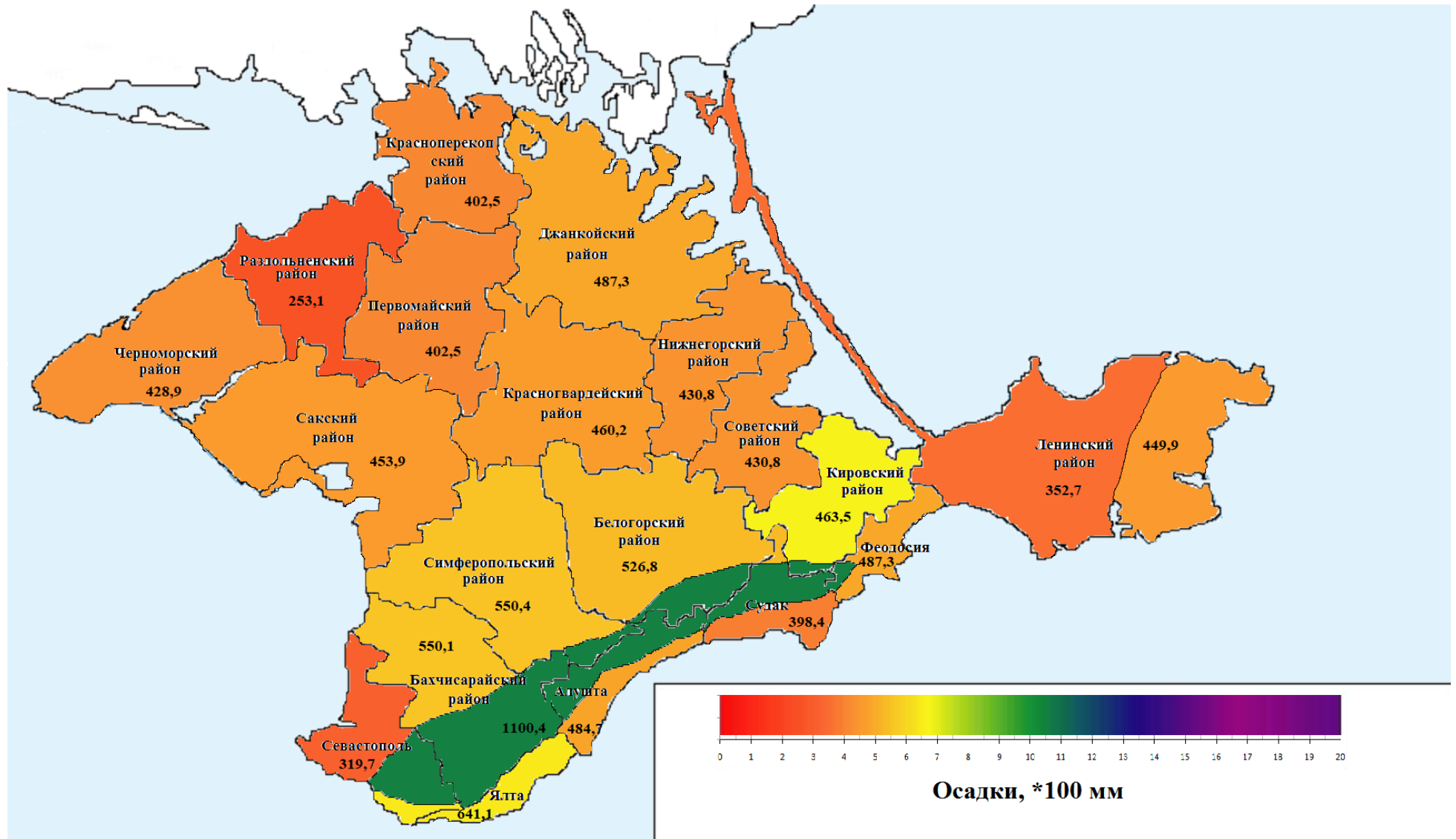


Рисунок 4.9. Сумма осадков в Республике Крым за календарный год. Средние данные за период 2005-2022 гг.

Временного затопления на территории многолетних насаждений в Крыму практически не встречается кроме отдельных случаев, связанных с размещением садов в зоне горного стока вод в период таяния снегов – сады в зоне с. Верхнесадовое, долины, прилегающие к с. Куйбышево Бахчисарайского района и некоторые другие.

Учитывая, что в Крыму существует серьёзный дефицит в оросительной воде, а количество источников существенно ограничено, для обеспечения орошения необходимо максимально рационализировать использование воды, повысив эффективность её использования исключительно полезными растениями, минимизировав потери на водное питание сорной растительности или почвопокровными травами, а также на почвенную инфильтрацию. Этого можно достичь исключительно, применяя современные системы полива – капельное и подпочвенное орошение.

Обеспечение водного питания деревьев с учётом естественно приходящей влаги и орошения возможно с учётом баланса влаги между приходом и её расходом. Если принять во внимание, что в корнеобитаемой зоне деревьев других конкурентов по перехвату оросительной воды нет, то применим расчёт не по насыщению почвенного профиля влагой, то можно рассчитать оросительную норму с относительно новым подходом.

На рисунке 4.10 приведена карта баланса влаги на территории Республики Крым. Видно, что вся территория сельскохозяйственно значимых земель имеет низкую обеспеченность – водный режим выпотной. То есть, коэффициент испарения влаги превышает приходящие осадки, а, следовательно, растения в течении вегетации могут испытывать стресс от недостатка влаги. При этом наиболее дефицитными являются зона городов Судак, Севастополя, а также северные районы – Красноперекоский, Первомайский и Раздольненский. В предгорных районах дефицит влаги имеет самый низкий показатель, что может существенно снизить потребность в оросительной воде.

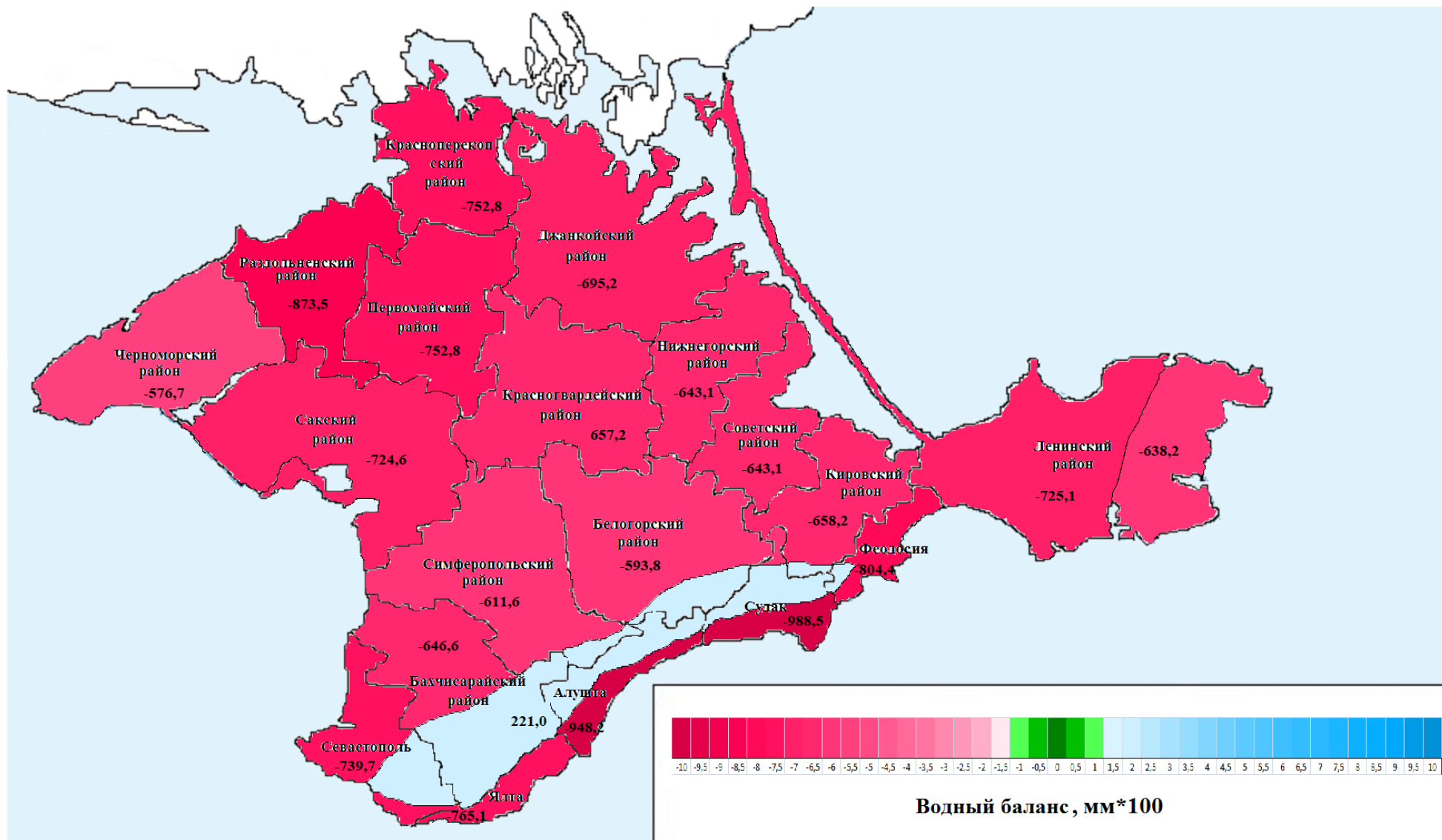


Рисунок 4.10. Водный баланс территории. Средние данные за период 2005-2022 гг.

Именно это и объясняет исторически сложившуюся традицию возделывания садов в предгорных районах. Плодовые культуры в течении года испытывают меньший стресс от водного дефицита и в состоянии воспитывать сравнительно приемлемый урожай.

В период развития садоводства на сильнорослых подвоях их корневая система могла в полной мере обеспечить растения влагой, которая накапливалась в зимний период, уходя в виде грунтовой влаги в нижние слои почвы. Тем самым она становилась мало доступной для сорной и почвопокровной растительности, но оставалась доступной для глубоко проникающих в почву корней плодовых растений.

Однако, с интенсификацией плодоводства произошел переход на использование подвоев со сдержанным ростом. Это обеспечивает высокую плотность посадки, повышение продуктивности насаждений, но в то же время и корневые системы таких растений залегают в верхних слоях почвы. А это, в зонах с водным дефицитом, требует обязательного применения орошения.

Нами разработан алгоритм расчёта оросительной нормы и нормы орошения исходя из баланса влаги на территории, коэффициента используемой площади сада, занятой непосредственно под проекцией растения (площади питания), а также учёта поливного периода. Внешний вид данного расчёта на примере расчёта орошения интенсивных насаждений сливы (схема посадки 4,0х1,5 м) в Симферопольском районе приведён в таблице 4.6.

При расчёте норм орошения учитывается поливной период – начало и завершения полива, водный баланс территории по месяцам, коэффициент использования площади сада под непосредственно деревьями, а также оптимальная насыщенность влагой почвы (ППВ).

Таблица 4.6. Расчёт орошения интенсивных насаждений сливы со схемой посадки 4,0x1,5 м с учётом климатических данных в Симферопольском районе Республики Крым с использованием компьютерной программы, разработанной соискателем\*

|                                      |                       |    |                                         |     |                     |   |
|--------------------------------------|-----------------------|----|-----------------------------------------|-----|---------------------|---|
| Схема посадки:                       | Ширина междурядий, м. | 4  | Расстояние между растениями в ряду, м   | 1,5 | Площадь участка, га | 1 |
| Оптимальный водный дефицит, % от ППВ |                       | 70 |                                         |     |                     |   |
| Начало полива, месяц (цифрой)        |                       | 5  | Конец поливного периода, месяц (цифрой) | 10  |                     |   |

|                                              | Январь | Февраль | Март  | Апрель | Май    | Июнь   | Июль   | Август | Сентябрь | Октябрь | Ноябрь | Декабрь | За год  |
|----------------------------------------------|--------|---------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|---------|--------|---------|---------|
|                                              | 1      | 2       | 3     | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9        | 10      | 11     | 12      |         |
| Водный баланс, мм                            | 31,7   | 6,3     | -13,7 | -55,2  | -54,8  | -85,7  | -133,2 | -198,2 | -100,1   | -5,8    | 8,6    | 33,0    | -646,72 |
| Орошение, куб. м/га                          | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 205,61 | 321,45 | 499,54 | 743,28 | 375,34   | 21,75   | 0,00   | 0,00    | 2166,98 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб. м | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 143,9  | 225,0  | 349,7  | 520,3  | 262,7    | 15,2    | 0,0    | 0,0     | 1516,9  |

|                        |         |
|------------------------|---------|
| С учётом ППВ, куб.м/га | 1516,89 |
|------------------------|---------|

\* Водный баланс территории расчётный по средним многолетним данным за период 2005-2022 гг, полученных автором с применением климатических баз данных.

Для автоматизации расчёта мы разработали универсальную формулу для каждого отдельного месяца, которая имеет вид:

$$m = P \times 10 \times (-1) \times \left(\frac{L}{M}\right) \quad (4.2)$$

где:

$m$  – поливная норма (м<sup>3</sup>/га);

$P$  – водный баланс территории (мм);

$10$  – коэффициент перевода водного баланса в м<sup>3</sup>/га;

$L$  – расстояние между растениями в ряду (м);

$M$  – расстояние между рядами (м).

При этом получается нормальная поливная норма, обеспечивающая нулевой (бездефицитный) баланс территории и водообеспеченность растений. Однако известно, что плодовые растения способны не только выдерживать некоторый дефицит влаги, но также им это необходимо для нормального развития генеративных органов и повышения качества плодовой продукции. Для каждой плодовой породы этот коэффициент свой и находится в пределах от 60 до 90 %.

Снижение водного дефицита ниже 60 % приводит к затуханию ростовых процессов, развитию плодов, а дальнейшее снижение ниже 53 % от ППВ – к увяданию растений и их гибели. Превышение же ППВ выше 90 %, как правило, может привести к затоплению корней и их асфиксии, что приводит к физиологическому увяданию.

Подобные расчёты могут проводиться для всех культур и применимы для вычисления лимитов водопотребления практически всех сельскохозяйственных культур.

Если учесть технологии выращивания сливы со схемами посадки:

- на сильнорослом подвое (сеянцы алычи) 6,0х4,0 м, форма кроны – разреженно-ярусная;

- на среднерослом клоновом подвое (Кубань 86 или др.) 5,0х3,0 м, форма кроны – полуплоская Кужеленко;

- на карликовом подвое (ВВА-1, ВСВ-1, Пумиселект и др.) 4,0х1,5 м, форма кроны – веретеновидная,

то расчёты показывают наивысшее водопотребление в сильнорослых насаждениях (таблица 4.7, приложения Е.1-Е.3).

Это полностью совпадает с опытом садоводов по орошению многолетних насаждений. Так, для сильнорослых садов практикуется размещение двух, или даже трёх линий капельного орошения, в то время, как для слаборослых садов достаточно одной.

Поскольку корневые системы подвоев в зависимости от их силы роста, а также вида могут залегать на разных глубинах, необходимо обеспечивать поступление поливной воды к зоне наибольшего расположения всасывающих корней. Учитывая, что у сильнорослых подвоев корневые системы расположены в более глубоких слоях, то режим полива должен обеспечивать объёмное орошение с определёнными промежутками времени между турами орошения. Для насаждений, на которых используются карликовые подвои – наоборот – необходимы частые орошения, обеспечивающие быстрый доступ к влаге для всасывающих корней. Это необходимо для недопущения ухода влаги в недоступные слои почвы за счёт её гравитационного перемещения.

Контроль за нормами орошения в каждом туре лучше проводить с помощью электронных тензиометров, которые устанавливаются на уровне залегания всасывающих корней и выше по почвенному профилю. При этом контроль на отключение полива необходимо устанавливать на тензиометры не уровня всасывания, а выше. Контроль же включения насосных станций необходимо устанавливать на тензиометры уровня всасывания корнями воды.

В таблице также видно, что наиболее нуждаются в орошении насаждения сливы в зонах, которые отличаются не только наибольшим водным дефицитом по климатическим картам, но также и имеют самую низкую водообеспеченность с точки зрения водных ресурсов. Так, наибольшие уровни водопотребления

насаждения проявляли бы в зоне Южного берега Крыма, а также районов северной зоны Крыма – Красноперекоский, Раздольненский и Первомайский районы.

Таблица 4.7. Водопотребление насаждений сливы за вегетационный период в зависимости от технологии выращивания. Расчётные данные на основе многолетних наблюдений за период 2005-2022 гг. по районам Республики Крым, в м<sup>3</sup>/га за вегетационный период\*

| Административные районы и Городские округа Республики Крым | Технологии выращивания  |                         |                       |
|------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
|                                                            | Сильнорослые, 6,0х4,0 м | Среднерослые, 5,0х3,0 м | Карликовые, 4,0х1,5 м |
| Алуштинский ГО                                             | 3744,4                  | 3370,0                  | 2106,2                |
| Бахчисарайский район                                       | 2519,2                  | 2267,3                  | 1417,1                |
| Белогорский район                                          | 2346,0                  | 2111,4                  | 1319,6                |
| Джанкойский район                                          | 2756,5                  | 2480,9                  | 1550,6                |
| Евпаторийский ГО, Сакский район                            | 2958,0                  | 2662,2                  | 1663,9                |
| Кировский район                                            | 2793,0                  | 2513,7                  | 1571,1                |
| Красногвардейский район                                    | 2781,3                  | 2503,1                  | 1564,5                |
| Красноперекоский, Первомайский, Раздольненский районы      | 3036,7                  | 2733,1                  | 1708,2                |
| Ленинский район                                            | 3062,8                  | 2756,5                  | 1722,8                |
| Нижнегорский, Советский районы                             | 2613,8                  | 2352,4                  | 1470,2                |
| ГО Севастополь                                             | 2615,1                  | 2353,6                  | 1471,0                |
| Симферопольский район                                      | 2696,7                  | 2427,0                  | 1516,9                |
| ГО Судак                                                   | 3418,2                  | 3076,3                  | 1922,7                |
| ГО Феодосия                                                | 3315,4                  | 2983,9                  | 1864,9                |
| Черноморский район                                         | 2313,4                  | 2082,0                  | 1301,3                |
| ГО Ялта                                                    | 3496,4                  | 3146,8                  | 1966,7                |

\*Детализация расчётов приведена в приложениях Е.1-Е.3

Если традиционно южный берег Крыма занят под выращивание суходольных технических виноградников ценных сортов и для производства элитных виноградных вин, что ограничивает возможности там выращивания сливы, то в северных районах Крыма ранее, при поступлении вод из Северо-Крымского канала насаждения сливы выращивались. Однако, в последние годы их состояние, из-за отсутствия орошения пришло в упадок и сколько-нибудь высоких хозяйственных урожаев получить практически невозможно.

В остальных районах прослеживается тенденция уменьшения оросительных норм при приближении к гряде Крымских гор, а также в Черноморском районе. Так, наименьшая потребная оросительная норма для насаждений сливы отмечается в Белогорском, Бахчисарайском, Нижнегорском, Советском, Симферопольском районах и зоне города Севастополь. В этих районах для интенсивных насаждений сливы оросительная норма не будет превышать  $1500 \text{ м}^3$  воды за сезон. В остальных районах, по мере удаления от Крымских гор, нормы орошения будут увеличиваться. Следовательно, наиболее благоприятными районами для выращивания насаждений сливы (как и других плодовых культур) будут именно зона предгорного Крыма и только при условии необходимого орошения.

Однако, наблюдения в ходе выездных исследований, а также опыты по возможности выращивания насаждений в условиях суходольного садоводства показывают (представленные в разделе 3), что возможно в предгорной зоне Крыма также и выращивание садов без орошения при условии применения специальных мероприятий и технологических подходов.

Кроме дифференцированного подхода к выбору системы удобрений и орошения ограничивающим фактором может являться также и угроза весенних заморозков в период развития генеративных образований и цветения деревьев. Это явление в значительной мере влияет на урожайность насаждений в Крыму. В разделе 3 и приложениях «Г» уже отображались даты вероятных прохождений заморозков и были выделены зоны с минимальной угрозой прохождения данного

события, способного снизить продуктивность насаждений или даже полностью уничтожить урожай. Выделенные зоны (зона Сакского, Бахчисарайского, Кировского районов, Южный берег Крыма и т.д.) являются зонами с низкой вероятностью снижения продуктивности. В других же районах необходимо подбирать агротехнические мероприятия, которые позволят снизить неблагоприятное воздействие данного фактора.

Общепринятыми методами в борьбе с заморозками являются [375, 402, 410]:

1. Для радиационных заморозков:

- дымление;
- перемешивание слоёв воздуха (преодоление инверсии);
- прямой нагрев воздуха по всей площади насаждений.

2. Для адвекционных заморозков:

- надкroновое дождевание;
- прямой нагрев воздуха с наветренной стороны (с максимальной концентрацией нагрева) и по площади сада (в зависимости от интенсивности воздушного потока).

Часть из этих методов изучалась и в интенсивных насаждениях плодовых культур на территории Республики Крым.

Наиболее универсальным, по мнению Wang, C.Y. & Wallace, H.A. и др. [322, 371, 374, 378, 422], является применение надкroнового дождевания. Однако, как эти же авторы указывают, это мероприятие требует большого количества воды для орошения и специального оборудования, обеспечивающего мелкодисперсный распыл с относительно высоким давлением, которое не применимо для системы капельного орошения. Если с особенностями оборудования в период защиты насаждений от заморозков можно решить, отключая линии капельного орошения и переключая магистральные трубопроводы на подключение распылителей, то при всеобщем дефиците оросительной воды в Крыму данный способ является в принципе нереализуемым. Так, для защиты насаждений от заморозков при температуре

минус 6 °С, общая интенсивность расхода воды может достигать 60 м<sup>3</sup>/час (таблица 4.8).

Таблица 4.8. Нормативы расхода оросительной воды (мм воды/час) при защите насаждений от заморозков методом надкronового мелкодисперсного орошения\*

| Минимальная температура воздуха, °С | Сплошное орошение |                 | Орошение крон (без междурядий) |                 |
|-------------------------------------|-------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|
|                                     | 30 сек. импульс   | 60 сек. Импульс | 30 сек. импульс                | 60 сек. Импульс |
| -2,0                                | 2,5               | 3,2             | 1,8                            | 2,3             |
| -4,0                                | 3,8               | 4,5             | 3,0                            | 3,5             |
| -6,0                                | 5,1               | 5,8             | 4,2                            | 4,7             |

\*По данным Richard L Snyder, J. Paulo de Melo-Abreu. [375].

Кроме этого способа, который считается одним из самых надёжных, однако, при имеющихся ресурсах, слабо реализуем, можно использовать комплекс мероприятий, снижающих вероятности повреждения растений заморозками, который включает в себя организационные мероприятия в виде посадки лесополос, а также использование доступных для производства методов защиты от заморозков в виде прямого нагрева воздуха, использование тепловых генераторов, повышение устойчивости у растений к льдообразованию тканей с использованием криопротекторов или усиленного калийного питания.

Все перечисленные методы могут применяться в зонах с преобладающими адвекционными заморозками только при наличии лесополос, которые предназначены для существенного снижения скорости ветра. Именно движение переохлаждённых воздушных масс и провоцирует снижение температуры, что и приводит к повреждению тканей вегетирующих растений. Считается, что высадка садозащитных лесополос снижает ветровую нагрузку на сад, тормозя движение воздушных масс до практически незначительного уровня.

Нами были проведены модельные исследования по учёту скорости воздушных масс в зависимости от типа садозащитной лесополосы. Наблюдения

проведены при скорости ветра около 10 м/с и пересчитаны на это значение. В качестве основных видов сазозащитных полос взяты наиболее распространённые непродуваемые и продуваемые лесополосы, размещённые в садоводческих сельскохозяйственных предприятиях. Изменение скорости ветра в графическом виде представлены на рисунках 4.10 и 4.11, а в цифровом – в приложениях Ж.1 и Ж.2.

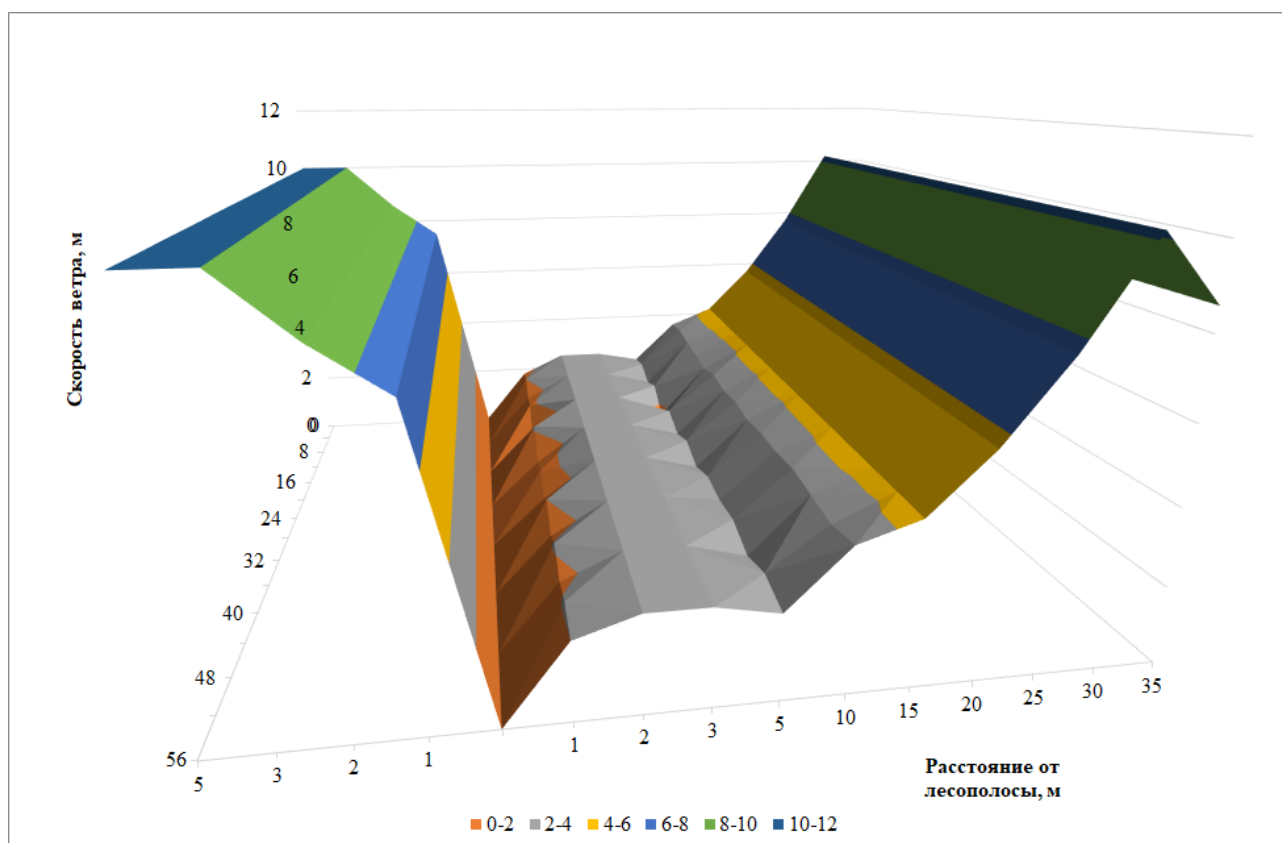


Рисунок 4.10. Изменение скорости ветра при удалении от лесополосы непродуваемого типа (опушка по периметру сада)

Измерение скорости воздушного потока за непродуваемой сазозащитной лесополосой существенно изменяется в зависимости от расстояния, а также оставляет аэродинамический след от деревьев, который также при отдалении от лесополосы снижает своё влияние. Однако, на расстоянии 9...10 высот деревьев самого сазозащитного насаждения наблюдается существенное повышение скорости ветра, даже превышающее скорость ветра перед самой полосой. С точки зрения аэродинамических процессов, воздушные массы, перед

лесополосой отражаются и огибают её, а проходя, восстанавливают свой поток, обрушиваясь к грунту. Такую теорию подтверждает представленный объёмный рисунок проведённых замеров. Непосредственно перед лесополосой (на расстоянии 1...3 м) с наветренной стороны наблюдается зона торможения ветра.

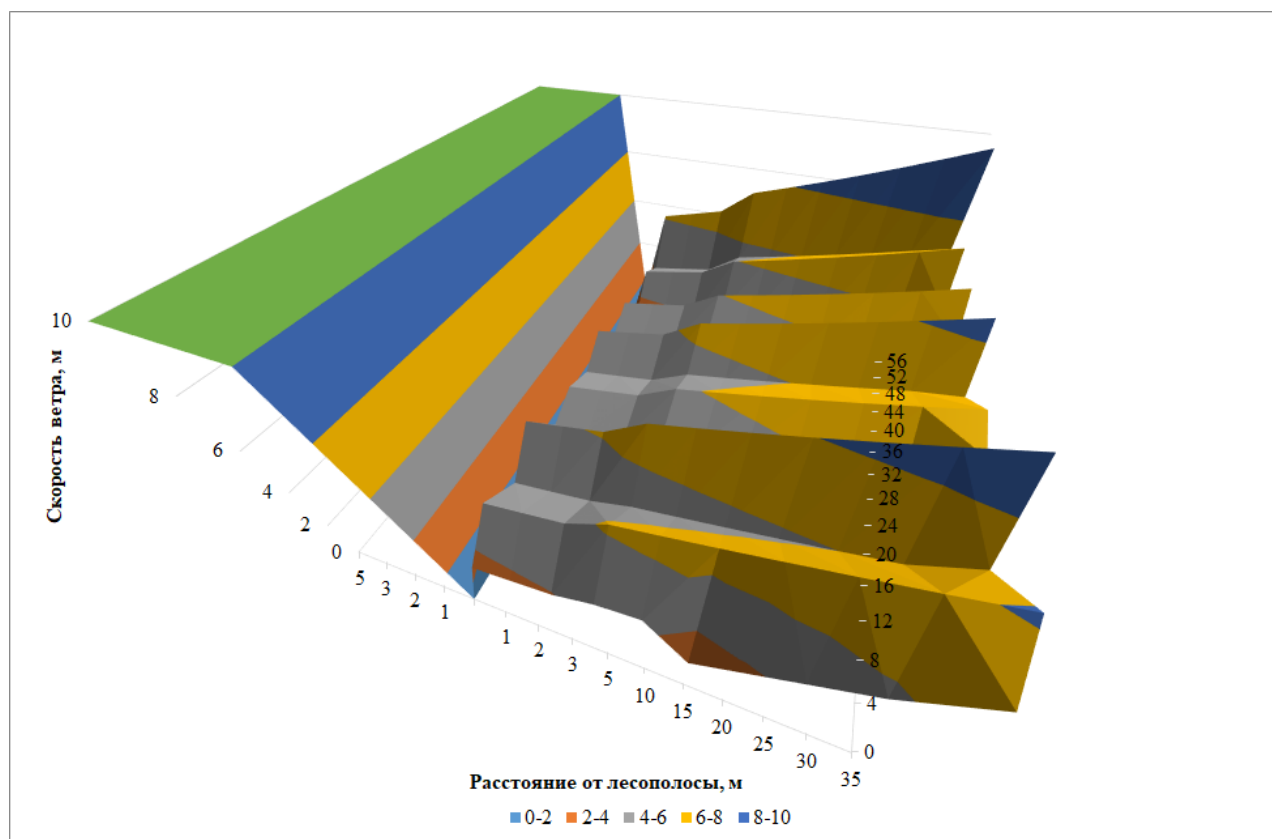


Рисунок 4.11. Изменение скорости ветра при удалении от лесополосы продуваемого типа (ажурная)

В ней воздушные потоки, которые отражаются от деревьев, провоцируют подъём ветра над ними, а при прохождении, попадая в зону разрежения, разгоняясь, увеличивают свои скоростные характеристики.

При таком типе лесополосы следует ожидать, что проводимые мероприятия по защите сада от заморозков, который по периметру ограничен подобным типом садозащитных насаждений, будут менее эффективными в зоне разгона воздушных масс.

Совершенно другая картина в изменении скорости воздушных масс наблюдается при применении ажурного или продуваемого типа садозащитных

полос. Непосредственно перед самой полосой на высоте измерения ветра (2,0 м) торможения воздушного потока с наветренной стороны практически не наблюдается (точность измерения анемометра составляет 0,1 м/с). Однако, с подветренной стороны, даже на расстоянии 35 м от лесополосы отмечается аэродинамический след от защитных посадок, а средняя скорость ветра плавно снижается в зависимости от увеличения расстояния. Ускорения воздушных потоков при таком типе садозащитной лесополосы не отмечено. Несмотря на то, что воздушные массы остановить при таком типе не удаётся, уменьшение скорости ветра будет положительно влиять на проводимые мероприятия по защите насаждений от заморозков прямым нагревом воздуха либо применением подвижных тепловых генераторов, поскольку тёплый воздух будет большее время воздействовать на плодовые деревья, снижая или вообще исключая время на кристаллизацию воды в насыщенных тканях вегетирующих растений.

Таким образом:

- разработаны компьютерные программы по расчёту внесения удобрений и норм орошения с учетом способов подкормок, баланса влаги и выноса макро- и микроэлементов.
- установлено, что продуваема ажурная лесополоса создаёт более выравненный аэродинамический след с подветренной стороны, что является более благоприятным для многолетних насаждений.

#### **4.3. Разработка алгоритмов автоматизированного подбора адаптивной технологии выращивания плодовых культур**

Проведя анализ элементов технологий выращивания многолетних насаждений с учётом их пригодности и обоснованности применения в объективных условиях можно осуществить выбор общей адаптированной агротехнологии возделывания любой культуры. Если взять в качестве примера выращивание сливы, то в условиях Крыма практически все существующие

элементы могут применяться, а поэтому выбор интенсивности в полной мере будет зависеть от предприятия и обеспеченности его необходимыми ресурсами.

С учётом интенсивности возделывания культуры, а также налагая определённые элементы адаптивности, становится возможным получить общий алгоритм выбора технологии. Алгоритм воспроизводится как элемент синтетической работы возможных сценариев, которые доступны и могут в целом применяться в производстве (рисунок 4.12-4.14).

Все элементы технологий, как это ранее было показано в базовой технологии выращивания многолетних растений, структурированы по отдельным комплексам работ. Свободный выбор невязанных между собой блоков позволяет провести подсчёт сценариев выбора технологии, которых для сливы со всеми возможными вариациями насчитывается 6561 шт., для черешни в загущенных садах – 432 и для яблони загущенно-строчных – 864.



Рисунок 4.12. Алгоритм подбора технологии выращивания сливы

В алгоритм включены технологии, которые в разной степени либо применялись, или применяются сейчас на территории Крыма. Не принимаются в расчёт новаторские элементы технологий, которые только проходят изучения и могут быть перспективными только после проверки на научную достоверность. При подборе технологии могут быть элементы, исключающие часть выбора по дереву алгоритма. Так, если при выборе схемы посадки остановиться на плотности посадки деревьев 417 шт./га (схема 6х4 м), то целесообразно использовать только сильнорослые подвои и разреженно-ярусную форму кроны дерева.



Рисунок 4.13. Алгоритм подбора технологии выращивания яблони

В этом выбранном типе насаждений не будет целесообразным использовать шпалеру, поскольку деревья будут хорошо закреплены в почве.

Шпалера в таком случае будет целесообразна лишь в случае необходимости установки противогорадовой сетки.

С другой стороны, применение более плотных посадок, со схемами 4,0х2,0 м и 3,5х1,5 м не позволяют осуществить посадку саженцами с сильнорослыми подвоями и форму кроны дерева по разреженно-ярусному типу. Также, при увеличении плотности посадки, и переход на полукарликовые и карликовые подвои увеличивает необходимость использования шпалеры для поддержания самого дерева от наклонов. Для исключения повреждения урожая градом, можно сразу в конструкцию шпалеры заложить возможность установки градозащитной сетки при вступлении насаждений в период плодоношения.



Рисунок 4.14. Алгоритм подбора технологии выращивания черешни

В зависимости от обеспеченности территории водными ресурсами и возможностью выбора системы орошения насаждений становится возможным

подобрать способ содержания почвы и сам способ орошения. Эти блоки агротехнических мероприятий являются частично взаимосвязанными.

Как уже описывалось, применение залужения в междурядьях сада увеличивает водопотребление территории, что может неблагоприятно сказаться на продуктивность насаждений в условиях дефицита влаги при применении подвоев с относительно поверхностно залегающей корневой системой. Кроме этого, залужение невозможно применять в случае использования в качестве орошения полив по бороздам или напуском.

С другой стороны, используя в качестве орошения данные ограничения снимаются, однако, при установке линий капельного орошения на грунте (бесшпалерное содержание сада), при борьбе с сорной растительностью внутри проекции ряда следует исключить механическую обработку почвы. В противном случае, сами линии будут повреждены ещё при первой обработке почвенными фрезами, луцильниками или культиваторами, что приведёт в негодность сам процесс орошения.

В алгоритме выбора мероприятий не отображено несколько блоков: способ содержания почвы в проекции ряда, а также способ внесения удобрений. Данные исключения считаются логичными, поскольку в интенсивном садоводстве могут применяться одновременно все возможные и доступные для производителя способы удобрения и подкормки деревьев (внесение основных удобрений в осенний период, подкормки туками при обработке почвы в период вегетации, фертигация с поливной водой, некорневые подкормки). При этом содержание почвы в проекции ряда, где располагается максимальное количество всасывающих корней деревьев должно исключить перехват элементов питания корнями других, конкурирующих с культурой сорной растительностью. Это требует обеспечивать содержание почвы в проекции ряда исключительно в чистом от сорной растительности состоянии. В противном случае, корни сорняков вступят в конкурентные отношения по доступу к элементам минерального питания, а поскольку травянистые растения, как известно, имеют менее глубоко залегающую корневую систему, доступность удобрений будет

выше именно для сорных растений. Это может существенно снизить эффект от внесения удобрений, а также время отрыва плодовой культуры на проведённую корневую подкормку.

Относительно равноценными по выбору являются элементы технологии защиты растений от вредителей и болезней. Главным принципом является подбор препаратов и подходов в защите растений исходя из «государственного каталога пестицидов и агрохимикатов», разрешенных к применению на территории Российской Федерации. В данном каталоге приводятся все допущенные к использованию препараты, как химически синтезированные, так и органического происхождения, которые можно применять при разработке системы защиты растений. Не подбор самих препаратов необходимо осуществлять, а организовать правильное чередование препаратов по их действующему веществу, чтоб предотвратить появление резистентности к средствам защиты растений у вредителей и болезней. При выборе системы защиты «по календарным срокам» подбор осуществляют с учётом периода защитного действия препаратов, а также данных многолетних наблюдений за развитием и распространением главных повреждающих биотических факторов. Этот подход гарантирует надёжную защиту от экономически значимых вредителей и болезней, однако не учитывает погодные условия и объективную ситуацию, складывающуюся в конкретное время или вегетацию.

Подводя итоги подбора алгоритма выращивания, который в дальнейшем влияет на подбор комплекса мероприятий, машин и агрегатов, а также привлечение трудовых ресурсов, следует указать, что для получения эффективных решений и повышения продуктивности насаждений необходимо провести всестороннее изучение всех ограничивающих факторов: климата, почвы, пластичности сортов и сорто-подвойных комбинаций. Эти факторы напрямую влияют на последующий выбор технологии.

Учёт возможностей самого предприятия также может оказывать влияние на подбор агротехнических мероприятий, а за счёт гибкости ветвей алгоритмов

существуют множественные сценарии, реализуемые на практике в производственных условиях.

Таким образом, разработан алгоритм выбора общей технологии выращивания основных плодовых культур. При этом, свободный выбор невзаимосвязанных между собой блоков позволяет провести подсчёт сценариев выбора технологии, которых для сливы со всеми возможными вариациями насчитывается 6561 шт., для черешни в загущенных садах – 432 и для яблони загущенно-строчных – 864. Кроме этого, в ходе работы в качестве вспомогательных были разработаны компьютерные программа по расчёту системы удобрений, оросительной нормы и нормы орошения.

## **РАЗДЕЛ 5.**

### **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЗОНАЛЬНОГО КАРТИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ НА ПРИГОДНОСТЬ К ВЫРАЩИВАНИЮ КУЛЬТУР С ВЫБОРОМ ТЕХНОЛОГИЙ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ МАКСИМАЛЬНОЕ РАСКРЫТИЕ ИХ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА**

Проведя учёт обеспеченности такими ресурсами внешней среды, как комплекс почвенных и климатических условий, а также экологических возможностей культуры с возможностью снижения неблагоприятных факторов применяемыми агротехническими мероприятиями, появляется возможность определить степень пригодности территории с учётом технологий возделывания для садовых культур.

В предыдущих главах уже были отображены возможности аналитического процесса сбора информации по почвенным и климатическим особенностям, а также показаны принципы алгоритмизации базовой и адаптивных технологий. Проведя подобную работу можно синтезировать все возможности и особенности выбора таких комплексов мероприятий, которые позволят получить урожай, приближающийся к максимальному биологическому потенциалу продуктивности, с учётом имеющихся ограничивающих факторов. На рисунках и в таблицах раздела 3 уже были представлены данные сравнительного анализа экологической пластичности культур в сравнении с климатическими условиями Крыма. Однако, методы анализа логично завершаются применением синтеза уже имеющихся данных. При этом раскрывается потенциал возможного направления развития садоводства на территории Крыма. Проводя синтез имеющихся данных по сливе с учётом экологических требований сортов к климату, подвоев к почвенным условиям, а также учитывая возможность алгоритмизации

технологии выращивания можно составить карту выбора адаптивной к местным условиям технологии выращивания плодовых культур. В нашем условии, приводятся примеры по подбору технологий выращивания яблони (рисунок 5.1), сливы (рисунок 5.2) и черешни (рисунок 5.3).

При составлении карты использовалось легендирование, учитывая максимальное большинство выбора возможностей реализации биологического потенциала, даже с учётом вероятностей, которые непосредственно не могут встречаться в Крыму.

На рисунке в легенде представлено 10 - для яблони, 9 - для сливы и 7 - для черешни возможных вариантов развития подбора технологии. Крайними факторами выбрано варианты от максимально возможного использования любых технологий без специального адаптирования элементов до невозможности выращивания культуры в открытом грунте.

Основной упор, при этом, основывался на учёт теплообеспеченности территории, морозостойкости сортов в зависимости от вероятности повреждения генеративных органов растений в зимний период, а также учёт необходимости применения защитных мероприятий от весенних заморозков в сравнении с фазами развития генеративных органов.

С другой стороны, на карте не учитываются особенности содержания элементов питания в почве, а также водообеспеченность территории, поскольку эти факторы могут и должны учитываться в базовой технологии выращивания, а также исходя из реальных ресурсов каждого конкретного предприятия.

Подобное картирование оптимизации выбора технологии выращивания плодовых культур разработаны для большинства плодовых культур (приложения 3.1-3.9). Выбирая в качестве примера сливу, можно утверждать, что для её выращивания Крымский полуостров можно условно разделить на три агроклиматических зоны. В каждой из них по-разному будет реализован биологический потенциал продуктивности культуры исходя из угроз для получения урожая. Так, вся территория Крыма, по суммам температур выше

10 °С существенно превышает потенциал нормальной потребности в тепле для сливы, необходимого для завершения годового цикла развития растений.

Это приводит к требованию подбора сортов южного происхождения, которые выведены в приблизительно сходных по теплообеспеченности селекционных центрах или регионах. Для развития насаждений этими сортами без угрозы потери продуктивности из-за заморозков и зимних морозов отличаются: Южное побережье Крыма, ГО Севастополь, Кировский, Ленинский, Сакский районы, ГО Судак и ГО Феодосия. В этих районах и городских округах становится возможным выбор всех технологий для выращивания сортов южного происхождения. То есть, ограничивающим фактором является исключительно подбор сорта при закладке насаждений сливы.

Больших ресурсов и дополнительных агротехнологических мероприятий необходимо добиться при условии выращивания сливы в Бахчисарайском, Симферопольском, Черноморском, Раздольненском, Первомайском, Краснопереконском и Джанкойском районах. Помимо необходимости подбора сортов южного происхождения, также необходимо подобрать комплекс мероприятий по защите насаждений от заморозков. Это может существенно повлиять на дополнительные затраты для создания насаждений сливы, а также создаёт определённую угрозу потери или снижению продуктивности насаждений в отдельные годы.

Наибольшее количество ограничивающих факторов будет влиять на насаждения сливы в Белогорском, Красногвардейском, Нижнегорском и Советском районах. Помимо необходимости выбора сортов южного происхождения, способных выдерживать избыток теплообеспеченности в период вегетации, подбираемые для этих районов сорта должны обладать повышенной морозостойкостью, свойственной морозостойким сортам сливы домашней, а также защищать насаждения от весенних заморозков. Это существенно сужает возможность свободной закладки насаждений из-за ограниченного выбора сортов, обеспечивающих стабильность плодоношения в данных районах в течение всего продуктивного периода жизни насаждений.

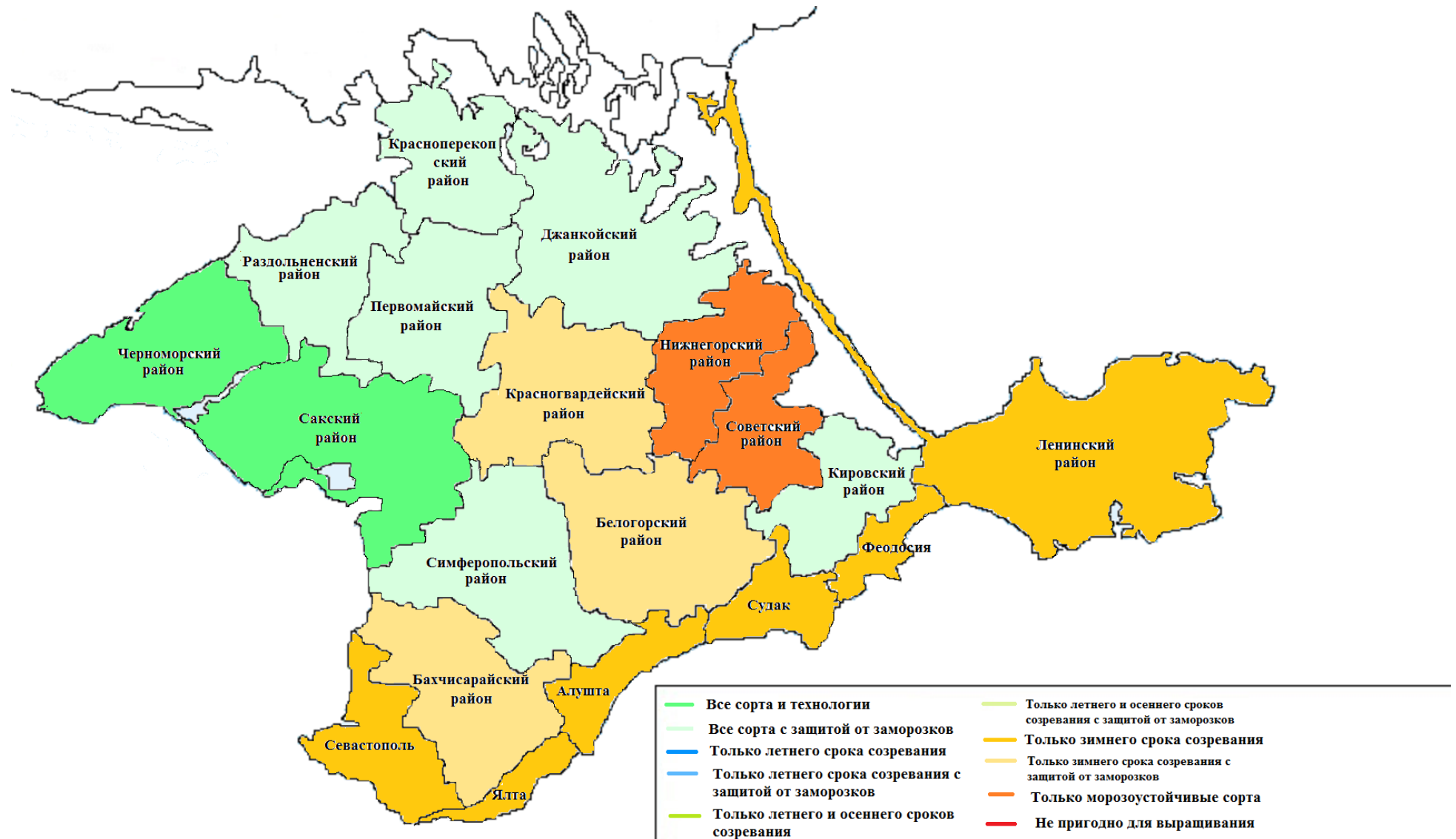


Рисунок 5.1. Карта Крыма выбора технологии выращивания яблони, адаптированной к территории выращивания

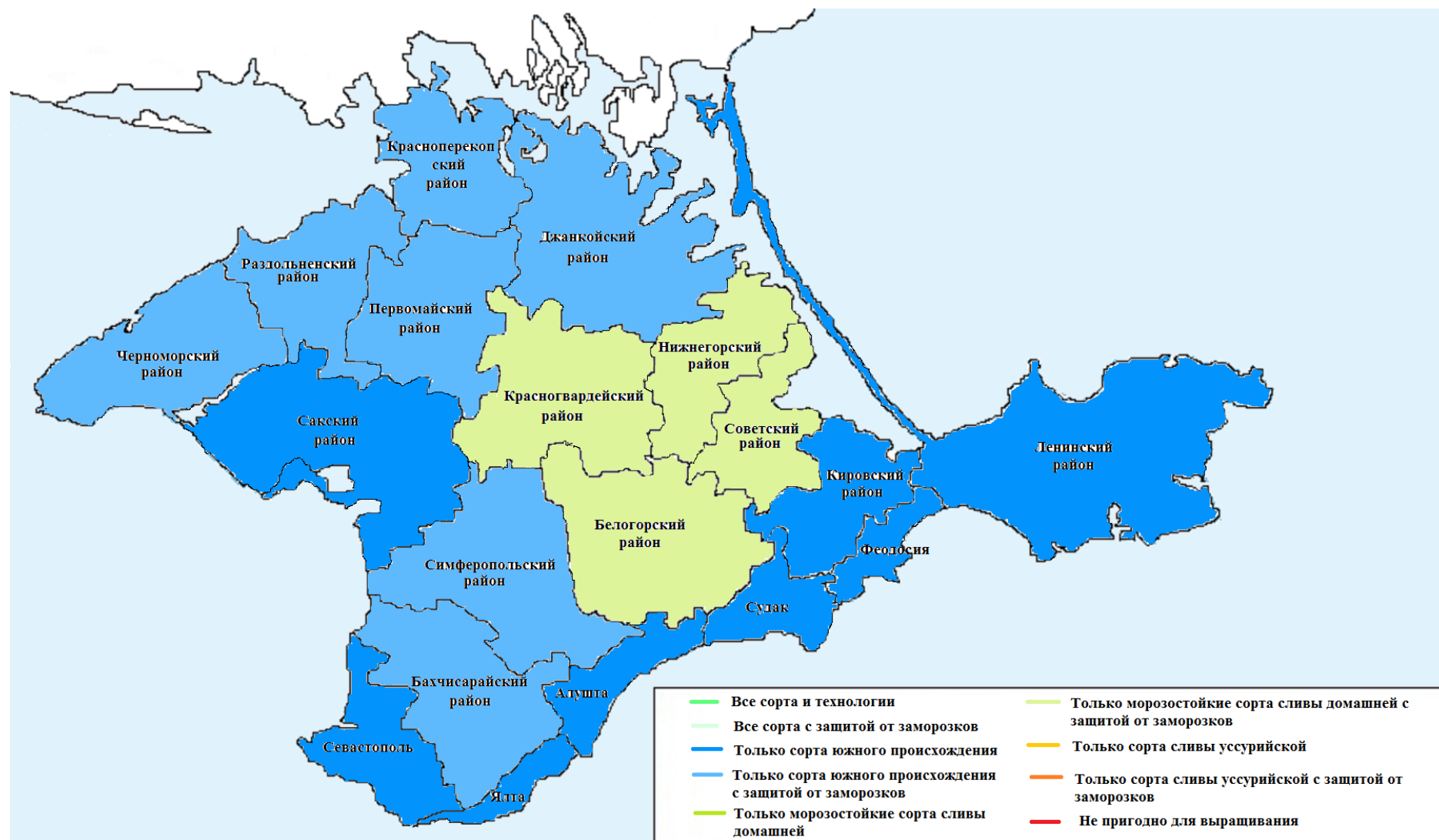


Рисунок 5.2. Карта Крыма выбора технологии выращивания сливы, адаптированной к территории выращивания

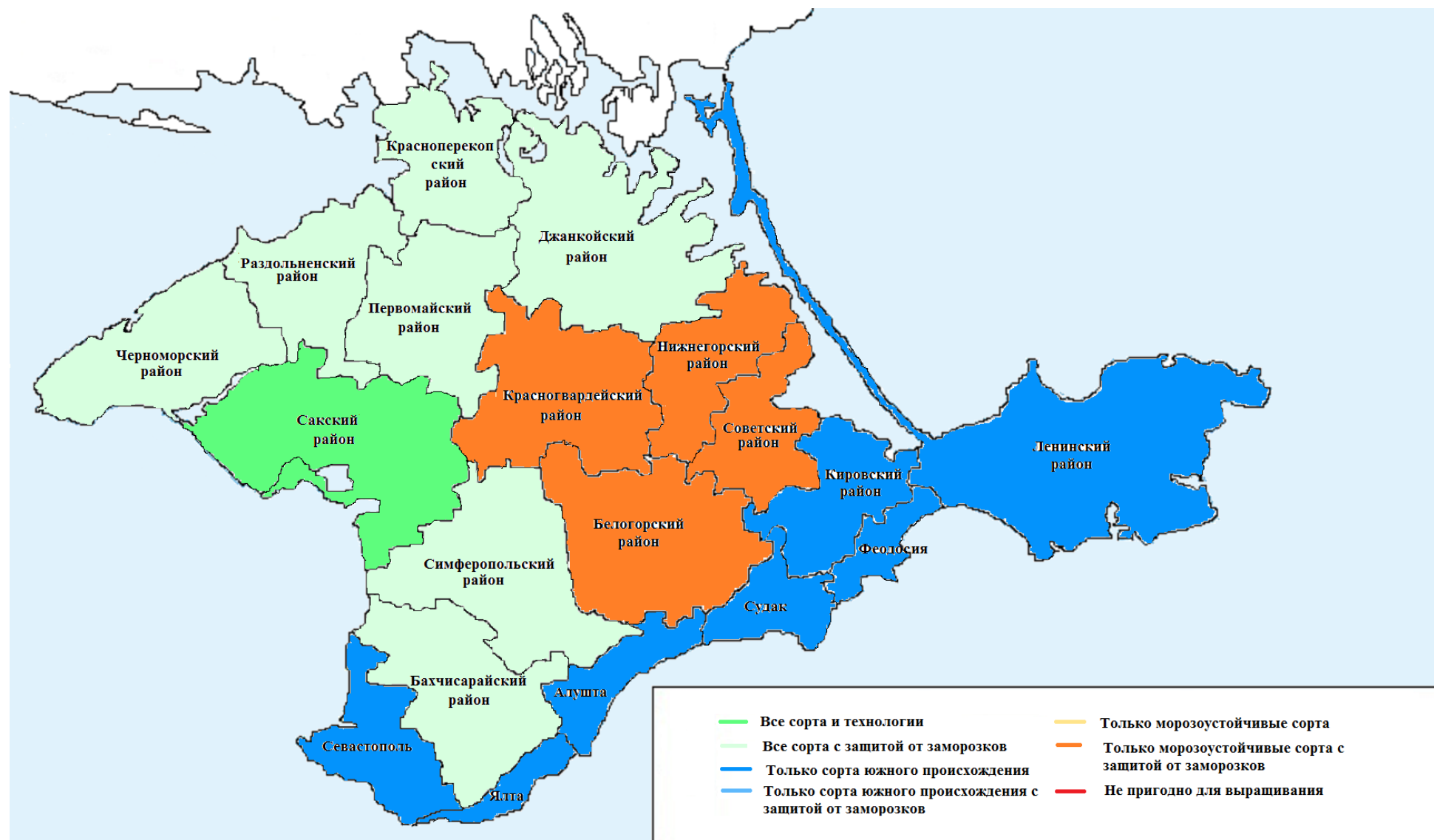


Рисунок 5.3. Карта Крыма выбора технологии выращивания черешни, адаптированной к территории выращивания

Подобное агроклиматическое зонирование может и должно проводиться для всех культур. При этом возможно использование данного метода анализа данных климатических исследований со сравнением экологической пластичности культуры, сортов и форм с последующим подбором адаптивных элементов технологии выращивания. Как итогом, является возможным проводить синтез данных и проведение изучения эффективности подобранных элементов технологии с последующим их просчётом с точки зрения экономики производства.

С другой стороны, изучение климатических особенностей территории выращивания создаёт возможность определения путей селекционного процесса по выведению новых, адаптированных к условиям выращивания сортов, что задаст большой потенциал в продуктивности насаждений, основываясь на учёте экстремальных параметров окружающей среды. Это тот вектор движения, который необходимо на сегодня использовать, при выведении новых сортов.

Таким образом, на основе обработки климатических данных, экологических требований культур и их отдельных групп сортов к теплообеспеченности территории, минимальным температурам в период покоя растений, сроков наступления заморозков и их интенсивности, водному балансу, а также с учётом алгоритмов подбора адаптивных технологий, разработана система картирования территории Республики Крым по пригодности её территории к выращиванию культур с возможностями подбора особенностей технологии, обеспечивающей максимальное раскрытие биологического потенциала с точки зрения продуктивности.

## **РАЗДЕЛ 6.**

### **РАСЧЁТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ АДАПТИВНОГО САДОВОДСТВА, РАССЧИТАННЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ АВТОМАТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ**

Принципы адаптивного садоводства, в нашем понимании, подразумевают максимальное раскрытие биологического потенциала продуктивности культуры при выбранной базовой технологии с учётом устранения или уменьшения негативного влияния ограничивающих факторов [166, 167, 169]. Исходя из такой позиции, а также заложив максимальное количество ограничивающих факторов в технологию выращивания, становится возможным достигать высоких показателей по производству продукции с единицы площади [17, 62, 66]. Однако, в любом хозяйстве не столько оценивают производство валовой продукции в физических единицах, сколько экономический эффект от самого процесса производства. Именно экономическая эффективность, прибыльность производства позволяют выбирать производителю – стоит ли заниматься тем или иным выращиванием культур, оценить, насколько то или иное мероприятие будет окупаемым, а, следовательно, и стоит ли его выбрать и включить в технологический цикл производства садовой продукции.

Особенно актуальным это становится при условии конкуренции товарной продукции на свободном рынке. Продукция садоводства, на сегодня, может поступать не только из регионов России, но также и из других стран. При этом, в других зонах садовая продукция может выращиваться с меньшими рисками и при слабом влиянии ограничивающих факторов, которые требуют корректировку технологического цикла, и, как следствие, имеют относительно низкую себестоимость. Соответственно, уже для определения экономической эффективности технологического цикла выращивания необходимо

осуществлять гибкий подбор элементов адаптивной технологии выращивания каждой конкретной культуры исходя из объективных сложившихся условий агроклиматической зоны и возможностей предприятия.

Для решения этого вопроса была разработана «Специализированная программа анализа экономической эффективности подбора технологии выращивания сельскохозяйственных культур», зарегистрированная Федеральной службой по интеллектуальной собственности как программа для ЭВМ (Номер регистрации (свидетельства) – 2020663040, дата регистрации 22.10.2020) [185].

В программный продукт включается возможность логического выбора элементов технологий, которые уже включены в алгоритм и автоматически учитываются в случае, если в ходе заполнения опросного листа соответствуют необходимости расчёта [103].

Расчёт осуществлялся с учётом выбора технологий производства плодов сливы в насаждениях, выращиваемых на: сильнорослых подвоях, со схемой посадки 6,0х4,0 м; Среднерослых подвоях при схеме посадки 5,0х3,0 м; а также на карликовых подвоях при схеме посадки 4,0х1,5 м. В качестве основного сорта был взят самый распространённый в Крыму и пользующийся спросом у населения и перерабатывающей промышленности Стенлей.

Поскольку на территории Республики Крым нет ограничений выращивания этого сорта с учётом избытка сумм температур воздуха выше 10 °С, а также он отличается высокой устойчивостью к зимним температурам, позволяющим его выращивать во всех районах, включая Советский, Нижнегорский, Красногвардейский и Белогорский районы, остаётся включение в технологию производства только систем защиты насаждений от возвратных весенних заморозков для тех районов, в которых существует подобная угроза.

В качестве защиты от заморозков, как в предыдущих разделах работы указывалось, с точки зрения действующих в стране нормативных актов возможно использование лишь мелкодисперсного надкronового дождевания. В таблице 4.5 приведены нормы расхода воды при защите насаждений от

заморозков при температуре минус 2 °С равный 3,2 мм воды в час, а при температуре минус 6 °С, соответственно – 5,8 мм воды в час. С учётом того, что среднестатистически в годы с повышенной угрозой прохождения заморозков наблюдается до трёх ночей, в которые возможны повреждения генеративных образований, а продолжительность защитного периода включения системы надкранового орошения от момента начала защиты до полного таяния льда на поверхности ветвей деревьев составляет не менее 8 часов, то при вероятности заморозков минус 2 °С дополнительное водопотребление составит не менее:

$$3 \text{ суток} * 8 \text{ часов} * 3,2 \text{ мм воды} * 10 \text{ м}^3 \text{ воды в 1 мм} = 768 \text{ м}^3 \text{ воды/га в год.} \quad (6.1)$$

При заморозках с ожидаемой температурой минус 6 °С, которая может наблюдаться в Советском и Нижегородском районах, дополнительный расход воды составит:

$$3 \text{ суток} * 8 \text{ часов} * 5,8 \text{ мм воды} * 10 \text{ м}^3 \text{ воды в 1 мм} = 1392 \text{ м}^3 \text{ воды/га в год.} \quad (6.2)$$

Стоимость расхода этой воды в обоих вариантах и будет учитываться при расчёте эффективности производства плодов сливы адаптивных садов. Это связано с необходимостью стабильного производства. В качестве сравнения рассчитывается эффективность производства плодов сливы в районах, где нет угрозы заморозков или в годы, когда вероятность их наступления несущественна и система мелкодисперсного дождевания не включается.

При большом расходе воды в короткий промежуток времени в виде мелкодисперсного дождевания может привести к неблагоприятным последствиям в виде водной эрозии почв. Поэтому в садах с такой защитой необходимо в качестве способа содержания почвы в междурядьях применять залужение многолетними травами. Их корневая система предотвратит смыв почв, а также будет благоприятно влиять на удаление влаги в последующие защитным мероприятиям периоды за счёт увеличенного её испарения.

Следует отметить, что на сегодня нет таких участков многолетних насаждений, на которых был бы заложен полномасштабный опыт подобного плана. Поэтому приводимые далее данные являются расчётными на основе экономического просчёта вариантов применения элемента адаптивной технологии.

Экономическая эффективность производства является основным комплексным показателем, отображающим целесообразность производства в сложившихся обстоятельствах и условиях. Для многолетних насаждений важным является не только уровень рентабельности производства в каждый конкретный год, но также, учитывая первоначальные вложения на их создание, также и срок окупаемости первоначальных инвестиций. Зачастую случается, что высокий уровень рентабельности, который получается в ходе расчёта производства плодов в конкретный год с высокими урожаями, не отображает общую картину по возврату капитальных вложений. С точки зрения капиталистического производства, приемлемым сроком окупаемости может считаться такой, который наступает не позднее девяти лет. Это связано с тем, что должны учитываться не только сами объёмы инвестиций, но также и уровень инфляции, а также показатель «стоимости денег», то есть процентных отчислений, которые инвестор мог бы вложить в депозитный банковский вклад без проведения хозяйственной деятельности. Именно поэтому срок окупаемости капитальных вложений не должен превышать указанный срок. В противном случае, риски ожидания возврата средств превышают, удваивают стоимость первоначальных инвестиций.

В нашем случае расчёт проводится по девяти вариантам производства продукции плодов сливы сорта Стенлей, который по общему сценарию должен иметь общую оптовую цену (40 тыс. руб./т) и равноценное качество продукции. В зависимости от плотности посадки и типов насаждений, будет существенно меняться срок их вступления в период полного промышленного плодоношения, а также урожайность насаждений. Приблизительный расчёт уровней урожаев по годам в зависимости от возраста насаждений приведены в таблице 6.1.

Уровни урожайностей, а также сроки вступления в плодоношение соответствуют показателям, получаемым в промышленных насаждениях сливы соответствующей конструкции и выбранному типу подвоев [160, 161]. В современных насаждениях, вне зависимости от их типа и плотности посадки, для существенного сокращения непродуктивного периода одним из главных организационных мероприятий является использования в качестве посадочного материала саженцев с кроной.

Таблица 6.1. Расчётный уровень урожайности (в ц/га) насаждений сливы сорта Стенлей в зависимости от типа насаждений и схемы посадки сада

| Тип насаждений сливы                  | Урожайность насаждений в зависимости от его возраста, ц/га |       |       |       |                       |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-----------------------|
|                                       | 1 год                                                      | 2 год | 3 год | 4 год | Полная продуктивность |
| Сильнорослый, схема посадки 6,0х4,0 м | 0                                                          | 0     | 0     | 40    | 140                   |
| Среднерослый, схема посадки 5,0х3,0 м | 0                                                          | 0     | 25    | 75    | 200                   |
| Карликовый, схема посадки 4,0х1,5 м   | 0                                                          | 25    | 75    | 200   | 250                   |

Это и является залогом быстрого прохождения периода формирования крон деревьев, а также более раннему вступлению насаждений в плодоношение. При этом деревья, выращиваемые на карликовом подвое способны давать первый урожай уже на вторую вегетацию, а на сильнорослом подвое, с учётом необходимого формирования ярусов крон, а также освоения предоставленного деревьям площади питания на четвёртый год. Чем более плотные посадки сада, тем более постепенно происходит наращивание урожайности с единицы площади, поскольку деревья одновременно с формированием урожая продолжают наращивать свой скелет и обрастающую древесину, пока не придут к полному равновесию между генеративными и ростовыми процессами. У

деревьев же сильнорослых, сам процесс формирования кроны, направленный в первую очередь на создание ярусного скелета, а также достижения большого количества точек роста, на первом этапе, как правило, препятствует закладке генеративных почек, пока не начнут ослабевать ростовые процессы, направленные на конкурентный вертикальный рост и освоение заданной проекции кроны.

Результаты расчёта сценариев показывают, что в годовом отношении, все варианты производства плодов сливы являются эффективными, при общей тенденции снижения рентабельности при внедрении системы защиты от заморозков (таблица 6.2). Однако, с увеличением интенсивности насаждений, что связано с использованием более плотных схем посадки, снижения высоты крон деревьев, что, как следствие, влечёт за собой и большую эффективность выполнения работ, уровень доходности существенно возрастает.

При увеличении капитальных вложений на 59 % в сравнении между садом сливы на сильнорослом подвое и карликовом, на которых не применяется система защиты от заморозков, уровень доходности в денежных единицах возрастает в 3,4 раза. Такой уровень доходности, а также и быстрота нарастания урожайности у интенсивных насаждений приводит к более быстрой окупаемости насаждений как таковых. Сад сливы на сильнорослом подвое окупается за счёт производства продукции только на 8 год после посадки, а с учётом дисконтирования на уровне 8 % лишь на 9-й, что свидетельствует о том, что данные насаждения могут иметь срок окупаемости менее интересные для продолжительных инвестиций, и, вероятно, потребуют государственной поддержки. Однако именно такой тип насаждений, плотность которых составляет менее 800 дер./га, с точки зрения современного Российского законодательства, не считается интенсивным и не подпадает под субсидиальную или грантовую поддержку со стороны государства. Следует отметить, что на территории Республики Крым, Слива, по ставкам субсидии финансируется от 500 до 1250 дер./га, 1251-2500 дер/га и более 2501 дер./га.

Таблица 6.2. Расчёт экономической эффективности (на 10 га площади нетто) внедрения элементов адаптивного садоводства при производстве плодов сливы с учётом различных конструкций насаждений и плотности посадки сада

| Показатель                                                     | Ед. изм.  | Тип сада, схема посадки сада |                 |                 |                          |                 |                 |                        |                 |                 |
|----------------------------------------------------------------|-----------|------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-----------------|-----------------|------------------------|-----------------|-----------------|
|                                                                |           | Сильнорослый, 6,0х4,0 м.     |                 |                 | Среднерослый, 5,0х3,0 м. |                 |                 | Карликовый, 4,0х1,5 м. |                 |                 |
|                                                                |           | Без защиты                   | Заморозки -2 0С | Заморозки -6 0С | Без защиты               | Заморозки -2 0С | Заморозки -6 0С | Без защиты             | Заморозки -2 0С | Заморозки -6 0С |
| Срок эксплуатации насаждений                                   | лет       | 25                           |                 |                 | 20                       |                 |                 | 15                     |                 |                 |
| Непродуктивный период                                          | лет       | 4                            |                 |                 | 3                        |                 |                 | 2                      |                 |                 |
| Сумма капитальных вложений на создание сада                    | тыс. руб. | 6349                         |                 |                 | 7037                     |                 |                 | 9792                   |                 |                 |
| Результативность за 20-и летний период эксплуатации насаждений |           |                              |                 |                 |                          |                 |                 |                        |                 |                 |
| Чистая приведенная стоимость за весь период                    | тыс. руб. | 32783,84                     | 25330,19        | 21336,59        | 72869,85                 | 64896,54        | 60653,34        | 111486,7               | 102992,65       | 98499,85        |
| Чистая приведенная стоимость за 1 год                          | тыс. руб. | 1639,19                      | 1266,51         | 1066,83         | 3643,49                  | 3244,83         | 3032,67         | 5574,34                | 5149,63         | 4924,99         |
| Индекс доходности инвестиций                                   | PI        | 3,40                         | 2,51            | 2,06            | 7,70                     | 6,50            | 5,93            | 9,38                   | 8,30            | 7,78            |
| Внутренняя норма доходности                                    | IRR       | 18,05 %                      | 15,68 %         | 14,31 %         | 27,58 %                  | 25,57 %         | 24,48 %         | 32,83 %                | 30,83 %         | 29,80 %         |
| Простой срок окупаемости                                       | PP        | 8                            | 9               | 9               | 7                        | 7               | 7               | 6                      | 6               | 6               |
| Дисконтированный срок окупаемости                              | PPD       | 9                            | 10              | 10              | 7                        | 7               | 8               | 6                      | 6               | 6               |

Окупаемость таких насаждений, в случае применения на них системы защиты от заморозков различной интенсивности лишь за счёт увеличения затрат на оросительную воду, а также увеличения на три обработки от болезней, которые могут проявляться при избыточном увлажнении деревьев, увеличивает простой срок их окупаемости до девяти лет, а дисконтированный, соответственно, до десяти лет, что делает защиту в таких насаждениях невыгодной для инвестиционного проекта.

Основываясь на этом, можно утверждать, что сады, выращиваемые на сильнорослых подвоях, могут выращиваться с получением экономического эффекта лишь в зонах с минимальными рисками для потери урожаев вследствие неблагоприятных факторов окружающей среды.

В случае же закладки таких насаждений в зонах где необходимо применение дополнительных мероприятий по снижению неблагоприятных условий для гарантированного получения урожая, их эффективность будет низкой и может в отдельных случаях быть убыточной.

При увеличении же интенсивности насаждений, и, как следствие, урожайности и быстроты вступления их в продуктивный период, значительно увеличивается норма доходности, а также сокращается и сам срок окупаемости насаждений, так и отзыв по этому показателю на применение дополнительных элементов адаптивного садоводства.

Так, на сильнорослом подвое уже при применении мелкодисперсного дождевания уже при температуре минус 2 °С срок окупаемости увеличится сразу на год. В садах же на среднерослом подвое только дисконтируемый срок окупаемости насаждений при применении защиты от заморозков интенсивностью минус 6 °С возрастает на один год – с семи до восьми лет, а при других сценариях он не претерпит изменений. Одновременно, расчёты показывают, что в интенсивных насаждениях на карликовом подвое и высокой плотностью посадки сроки окупаемости вовсе не изменятся.

Естественно, за счёт увеличения дополнительных затрат на защитные мероприятия будет изменяться и внутренняя норма доходности, однако, при качественном увеличении интенсивности насаждений она также имеет качественный рост и не снижается по эффективности производства с насаждениями предыдущего типа насаждений, выращиваемого в благоприятных условиях. С другой стороны, сама рентабельность производства при внедрении средств адаптивного садоводства будет снижаться, поскольку привлекаются дополнительные затраты. Это в последствии приведёт к моменту, при котором сумма элементов защиты насаждений от неблагоприятных факторов окружающей среды вначале будет совпадать с суммой выручки от реализации продукции, а при дальнейшем увеличении приведёт к нецелесообразности производства как такового. Данное утверждение совпадает с принципом подбора валентной достаточности производственных издержек Закона убывающей доходности [48, 398]. То есть, чисто теоретически возможно создать условия для реализации продуктивности насаждений с учётом всех неблагоприятных факторов окружающей среды, однако главным ограничением, при этом, становится сама экономическая эффективность производства в конкретной среде. Это требует предварительного точного просчёта перспективных рисков, связанных с возможностью потери урожая, выработку решений по их устранению, а в дальнейшем определения экономической эффективности производства.

Таким образом, в случае низкой интенсивности насаждений не рекомендуется применять системы адаптивного садоводства, поскольку их внедрение негативно скажется на конкурентоспособности произведённой продукции. Чем менее интенсивные насаждения, тем в более благоприятных условиях относительно экологических требований культуры они могут выращиваться. В зонах, где необходимо внедрять системы адаптивного садоводства необходимо вводить увеличение интенсивности насаждений, которые способны поддерживать за счёт высокой начальной рентабельности экономическую эффективность производственного процесса.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании многолетних исследований (2007-2022 гг.) по научному обоснованию цифрового моделирования адаптивного садоводства с целью получения высоких и устойчивых урожаев в Республике Крым получены следующие научные результаты:

1. Разработана методология исследований в системе «растение-среда» адаптивного садоводства и сравнительной оценки пригодности климатических и почвенных факторов территории для размещения плодовых и ягодных культур.

2. На основе созданных банков климатических баз данных по теплообеспеченности территорий, минимальным температурам воздуха в период покоя растений, срокам наступления заморозков и их интенсивности, водному балансу, предложены адаптивные технологии возделывания садовых культур с разработкой системы зонального картирования территории Республики Крым, обеспечивающие максимальную продуктивность насаждений.

3. Научно обосновано, что при расчёте сумм температур, активирующих онтогенез растений для каждой отдельной культуры следует учитывать период от начала вегетации до завершения вегетационного цикла. Применение вариационного анализа параметрических данных в массиве посуточных погодных наблюдений позволяет прогнозировать вероятность прохождения критических для садовых культур температурных показателей с точностью 95 %.

4. Экспериментально доказано, что эффективное снижение активной карбонатности в почвах на 12...16 % обеспечивает применение 1 т/га гранулированной серы с последующим посевом горчицы в междурядьях сада. Насаждения при этом обеспечивают прирост урожайности в сравнении с контролем на 105 %.

5. Теоретически обоснована алгоритмизация формирования размещения и технологии выращивания плодовых и ягодных культур в зависимости от степени пригодности территории выращивания по основным агроклиматическим показателям.

6. Предложены алгоритмы выбора технологий выращивания яблони, сливы и черешни с использованием невзаимосвязанных между собой блоков, что позволяет выбрать оптимальный набор агротехнологических приемов в зависимости от экономических возможностей субъекта хозяйственной деятельности.

7. Разработаны компьютерные программы по расчёту внесения удобрений в зависимости от уровней их доступности в почве, способов подкормок, а также общехозяйственной потребности с учётом выноса макро- и микроэлементов с хозяйственным урожаем, а также расчёта орошения, с учетом баланса влаги, позволяющие автоматизировать эти процессы.

8. Проведенная алгоритмизация применения современных механизмов и приспособлений при работе с кроной деревьев показала, что комплексное использование вспомогательной техники позволяет увеличить производительность труда в 3,6 раза в сравнении с использованием стандартного рабочего инструмента.

9. Установлено, что интенсификация процессов уборочных технологий приводит к сокращению затрат рабочего времени до 0,25 чел.-час/га. При использовании полной механизации уборки затраты снижаются в 4,77 раза.

10. Показано, что при внедрении инновационных элементов адаптивного садоводства снижается срок окупаемости вложенных инвестиций с 9 до 6 лет от момента посадки сада. Тенденция увеличения окупаемости тем больше, чем ниже уровень интенсивности производства (ООО «Грушевские сады» ГО Судак (403,1911 га), ФГБУ «Центр агрохимической службы «Крымский», кафедра плодовоовощеводства и виноградарства Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»).

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Для оптимального размещения многолетних насаждений по территории Республики Крым перед закладкой следует определять уровень экологической адаптивности культур и сортов к агроклиматическим условиям зоны выращивания, используя разработанную базу данных климатических факторов и «Агроклиматический атлас Республики Крым. Пригодность территории для выращивания плодовых, ягодных культур и винограда» и разработанную систему картирования с учётом основных агроклиматических показателей.

При подборе адаптивной технологии выращивания необходимо учитывать влияние отдельных агротехнических мероприятий на снижение негативных абиотических и биотических факторов окружающей среды, в том числе: уровней интенсивности заморозков, дефицита влагообеспеченности территории, максимальных и минимальных температур воздуха в период вегетации и покоя плодовых и ягодных культур, концентрации токсичных для растений соединений в почве.

В Белогорском, Красногвардейском, Нижнегорском и Советском районах Крыма при подборе сортов сливы следует учитывать теплообеспеченность территории в период вегетации, высокую устойчивость к зимним морозам. Необходимо обеспечивать защиту насаждений от влияния заморозков всех типов, применяя специализированные агротехнические мероприятия.

При внедрении в производство подвойных форм/сортов следует определять уровни устойчивости к дефициту влаги в почве, а также к подвижным соединениям, способным негативно влиять на физиологическое состояние растений и при высоком уровне карбонатности почв применять мелиоранты в виде серы с последующей посадкой горчицы в междурядьях.

При закладке и реставрации лесополос рекомендуется использовать ажурную схему посадки.

## **РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ НАУЧНОГО ПРОЦЕССА**

При разработке элементов адаптивного садоводства необходимо изучение климатических особенностей территории выращивания, что обеспечивает возможность определения путей селекционного процесса по выведению новых, устойчивых к условиям выращивания высокопродуктивных сортов, основываясь на учёте экстремальных параметров окружающей среды.

При изучении сортов плодовых и ягодных культур предложено использовать разработанные алгоритмы для определения цифровых параметров основных агрономически значимых факторов (уровни накопления активных температур для наступления отдельных фенологических фаз развития растений, их морозоустойчивости, температуры повреждения заморозками генеративных образований в зависимости от фаз их развития, а также оптимальные концентрации элементов питания в тканях для формирования урожая).

Рекомендуется применять разработанные алгоритмы и систему цифровизации при изучении способности агротехнических мероприятий к снижению влияния негативных факторов на продуктивность и стабильность получения урожая в насаждениях плодовых и ягодных культур.

Для статистической обработки полученных результатов использовать предложенную систему оценки климатических факторов.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ГО – городской округ

дер. - деревьев

д.- декада

отн. ед. – относительных единиц

ППВ – полная полевая влагоёмкость

ц/смену – центнеров за одну смену

чел.-час – человеко-часов

чел.-час/га – человеко-часов на 1 гектар

шт./га – штук на гектар

шт. дер./га – штук деревьев на 1 гектар

wmo\_id – метеостанция (шифр метеостанции после значения представлен в виде номера).

PI - Индекс доходности инвестиций

PP - Простой срок окупаемости

RPD - Дисконтированный срок окупаемости

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Абдулхакимов, И. А. Современное состояние и оценка плодово-ягодной отрасли России / И. А. Абдулхакимов, Г. З. Ибиев // Наука без границ. – 2021. – № 9-2(61). – С. 24-33. – EDN НТННFG.
2. Агроклиматологическая оценка пригодности территории Черноморского района Крыма под плодовые культуры : научно-практическое издание / Н. Е. Опанасенко, А. В. Смыков, К. В. Мальчиков [и др.]. – Симферополь : ООО Издательство «Научный мир», 2015. – 84 с. – ISBN 978-5-9906365-1-4. – EDN YLHWYM.
3. Адаптивное садоводство: – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2022. – 275 с. – EDN YOXFQB.
4. Адаптивный метод подбора сортов плодовых культур и винограда по морозостойкости для обеспечения стабильного плодоношения многолетних насаждений / Д. В. Потанин, М. И. Иванова, В. И. Иванченко, К. В. Иванченко // Известия Дагестанского ГАУ. – 2022. – № 4(16). – С. 102-110. – DOI 10.52671/26867591\_2022\_4\_102. – EDN RWHKJT.
5. Адаптивный потенциал садовых культур юга России в условиях стрессовых температур зимнего периода (методические рекомендации). – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2006.– 157 с.
6. Айтжанова, С.Д. Плодоводство: учеб. пособие. / Айтжанова С.Д.- М.: Феникс, 2006. (Серия: Высшее образование). - 397 с. Научная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat <http://www.dissercat.com/content/biologicheskie-aspekty-sozdaniya->

syrevykh-nasazhdenii-plodovykh-i-yagodnykh-kultur-v-predgor#ixzz5bLMpjSZh

7. Алексеев, В.П. Компоненты зимостойкости у сортов и форм яблони домашней (*Malus domestica*): дисс. канд. с.-х. наук / Алексеев В.П.- М., 1983,- 298 с.
8. Алексеев Р.В. Методика развития растений с учётом метеорологических факторов // Методика исследований и вариационная статистика в научном плодоводстве. – Мичуринск: Изд-во МГСХА, 1998. – Т. 1. – С. 106-107.
9. Алёхина Е.М. Адаптивность и продуктивность черешни и сливы в условиях России /Е.М. Алёхина, Р.Ш. Заремчук, А.П. Кузнецова // Слаборослое садоводство: Материалы междунар. науч.-практ. конф. – Мичуринск, 2000. – Ч.3. – С. 89-91.
10. Анализ временной и пространственной изменчивости температурного и влажностного режимов весенне-летнего периода на Юге России для выращивания плодовых культур (на примере Ставропольского края) / И. А. Драгавцева, В. Г. Ермоленко, Р. А. Оплачко [и др.] // Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2021. – № 2(159). – С. 63-71. – DOI 10.36305/2712-7788-2021-2-159-63-71. – EDN CXTTVO.
11. Анзин Б.Н., Еникеев Х.К., Рожков М.И. Слива. — М.: Сельхозгиз, 1956. — 459 с.
12. Антюфеев, В. В. Опыт агроклиматологического обоснования проектов плодовых насаждений в Северном Причерноморье в эпоху глобального потепления / В. В. Антюфеев, В. А. Рябов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 4(66). – С. 252-256. – EDN ZGRYXT.
13. Ахматов К.А. Водный режим и засухоустойчивость грецкого ореха // Материалы совещания по развитию ореховодства. — Фрунзе: Изд-во «Кыргызстан», 1970. — С. 246—248.

14. Ахматова, З. П. Основные методы и методики оценки взаимодействия "генотип-среда" и управление средообразующим потенциалом плодовых культур на лимитирующие факторы в сложных агроландшафтах Северного Кавказа / З. П. Ахматова, А. Р. Карданов, И. З. Шамаева // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 93. – С. 174-179. – DOI 10.21515/1999-1703-93-174-179. – EDN KLFKMO.
15. Баданин П.А. Функциональные заболевания яблони на карбонатных почвах и меры борьбы с ними // Селекция, агротехника и экономика плодовых и ягодных культур в Среднем Поволжье. — Куйбышев, 1970. — С. 179—200.
16. Бажов В.И. Динамика влажности почвы в садах Крыма // Динамика природы и проблемы освоения территории Крыма. — Л., 1974. — С. 29-32.
17. Бандурко, И.А. Сортовая и технологическая политика при выращивании груши в южной зоне плодоводства / Бандурко И.А. // Новые технологии.- Майкоп, 2006.- Вып. 2.- С. 42-44.
18. Белобородова Г.Г. Агрометеорологические основы повышения продуктивности плодоводства. — Л.: Гидрометеиздат, 1987. — 202 с.
19. Березин Л.В. Эффективность способов химической мелиорации солонцов// Генезис солонцов и влияние удобрений на величину, и качество урожая: Сб. науч. тр./ ОмСХИ. Омск, 1974, т.125. - с. 49-55.
20. Берзегова А. А., Биологические аспекты создания сырьевых насаждений плодовых и ягодных культур в предгорной зоне Северо-Западного Кавказа. Дисс. Доктора биол. Наук. Майкоп. 2009. Научная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat <http://www.dissercat.com/content/biologicheskie-aspekty-sozdaniya-syrevykh-nasazhdenii-plodovykh-i-yagodnykh-kultur-v-predgor#ixzz5bLMFeryx>

21. Бесплапеев, Б.Б. Влияние контурной обрезки на продуктивность яблони в предгорьях центральной части Северного Кавказа: автореф. дис.канд. с.-х. наук / Б.Б. Бесплапеев; Кабард. -Балкар, гос. с.-х. акад. Нальчик, 2000. - 22 с.-Библиогр.: с. 21-22 (7 назв.).
22. Биологический потенциал сортов плодовых культур / Дорошенко Т.Н., Дубравина И.В., Захарчук Н.В., Чумаков С.С., Рязанова Л.Г., Максимцов Д.В., Еремина О.В. / – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2016. – 170 с. – ISBN 978-5-00097-069-0. – EDN TSHGAT.
23. Бисти Е.Г. Использование карбонатных чернозёмов под косточковые культуры // Садоводство. – 1962. - №3. – С. 17-19.
24. Бисти Е.Г. Использование меловых чернозёмов под косточковые культуры // Сб. работ по селекции и агротехнике плодовых и ягодных культур. – Воронеж, 1962. – Т.2. – С. 237-252.
25. Бисти Е.Г. Местоположение и почвы для вишни в степи и лесостепи Воронежской области // Селекция и агротехника плодовых и ягодных культур. — М., 1981. — С. 58—83.
26. Бисти Е.Г. Опыт использования меловых чернозёмов под косточковые культуры //Бюл. НТИ / НИИ сельского хозяйства ЦЧП. – 1969. - №5. – 35-42.
27. Бродский А. К. Краткий курс общей экологии, Учебное пособие для ВУЗов. — Изд. «Деан», 2000. — 224 с.
28. Бублик М.О. Інтегральна оцінка придатності регіону за погодними факторами для вирощування плодових порід // Вісник аграрної науки. – 2002. - №6. – С. 31-33.
29. Бублик М.О. Продуктивність сортів сливи в зв'язку з погодними факторами / М.О. Бублик, Г.А. Чорна, Л.А. Фризюк // Сад, виноград і вино України. – 2002. - №1-2. – С. 20-23.

30. Бублик М.О. Вплив температурного режиму зон вирощування на урожайність вишні, черешні та сливи // Садівництво: Міжвід. темат. наук. зб. – К.: Нора-прінт, 2002. – Вип. 52. – С. 21-36.
31. Бублик М.О. Моделирование урожайности сливы на основе погодных чинників // Вісник Львів. держ. аграр. ун-ту: Агрономія. – 2002. - №6. – С. 183-188.
32. Бублик Н.А. Моделирование урожайности сливы на основе погодных факторов // Итоги и перспективы развития плодоводства и овощеводства: Материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня рождения А.Н. Ипатьева, г. Горки, 21-23 августа 2001 г. – Горки, 2001. – С. 61-65.
33. Будаговский, В.И. Культура слаборослых плодовых деревьев. -М., 1976. -304 с.
34. Будин К.З. Интродукция и документация генетических ресурсов // Тр. По прикладной ботанике, генетике и селекции. — 1973. — Т. 49. — Вып. 1. — С. 200-210.
35. Быстрицкая, А. Ю. Оценка динамики производства химических средств защиты растений в России в 2013-2018 годах / А. Ю. Быстрицкая, А. А. Афанасьев, М. В. Макин // Инновации в научно-техническом обеспечении агропромышленного комплекса России : Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Курск, 05–06 февраля 2020 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2020. – С. 316-319. – EDN HBZJMQ.
36. Вавилов Н.И. Дикie родичи плодовых деревьев азиатской части СССР и Кавказа и проблема происхождения плодовых деревьев // Тр. по прикл. Ботанике, генетике и селекции. — 1931. — Т. 26, вып. 3. — С. 8-107.

37. Вавилов Н.И. Опыт агроэкологического обозрения важнейших полевых культур. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1957. — 462 с.
38. Вавилов Н.И. Проблемы происхождения географии, генетики, селекции растений, растениеводства и агрономии // Избр. Тр. — М.; Л.: Наука, 1965. — Т. 5. — 786 с.
39. Вавилов Н.И. Центры происхождения культурных растений // Избр. Произв.: В 2 т. — Л.: Наука, 1967. — С. 88—203.
40. Вальков В.Ф., Романов С.В., Фисько Л.П. О бонитировке почв под сады и виноградники. // Научные основы рационального использования и повышения плодородия почв. — Ростов на Дону, 1978.
41. Вальков В.Ф. Почвенная экология сельскохозяйственных растений. — М.: Агропромиздат, 1986. — 208 с.
42. Ванин С. И. Сады и парки древнего Египта и Ассири-Вавилонии // Природа. — 1938. — № 5. — С. 112—121.
43. Велибекова, Л. А. Пути развития садоводства на Северном Кавказе / Л. А. Велибекова // АПК: экономика, управление. — 2021. — № 11. — С. 70-80. — DOI 10.33305/2111-70. — EDN MNPIPV.
44. Веняминов А.Н. Слива. — Воронеж: Центр. -чернозем. Кн. Изд-во, 1975. — 41 с.
45. Витковский, В.Л. Изучение динамики роста побегов, формирование почек и цветков у плодовых растений: методические указания/ В.Л. Витковский. — Л., 1979. — 59 с.
46. Витковский В.Л. Морфогенез плодовых растений // Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В.И. Ленина. — Л.: Колос, Денигтр. отд-ние, 1984. — 207 с.
47. Витковский В.Л. Слива. — Л.: Колос, 1973. — 56 с.
48. Владимиров, С. А. Измерение эффективности сбалансированной макроэкономической системы / С. А. Владимиров, С. К. Кравченко // Экономика и управление. — 2014. — № 3(101). — С. 12-17. — EDN SBJNWB.

49. Власюк С.Г. Слива. — Киев: Урожай, 1976. — 120 с.
50. Влияние климата и рельефа местности на растения. Режим доступа: <https://medn.ru/statyi/Vliyanieklimatairelefames.html>. Дата обращения: 15.09.2018
51. Волков, Ф.А. Методика исследований в садоводстве / Ф.А. Волков.- М., ВТИСП, 2005.-94с.
52. Волков Ф.А. Теоретическое обоснование возможности постановки опытов в существующих насаждениях // Методика исследований и вариационная статистика в научном плодоводстве: Сб. докл. междунар. науч.-метод. конф., 25-26 марта 1998 г. / Мичуринская ГСХА. — Мичуринск, 1998. — Т.1. — С. 36-39.
53. Волошина А. А. Влияние температурных условий на развитие цветочных почек черешни и вишни // Бюл. / Гос. Никитск. Ботан. Сад. — 1968. — Вып. 1. — С. 26—31.
54. Волошина АЛ. Морфогенез цветочных почек черешни и вишни, и роль температурного фактора в их развитии в условиях Крыма // Тр. Ин-та / Гос. Никитск. Ботан. Сад. — 1970. — Т. 45. — С. 19-35.
55. Гайдук, В. И. Эффективность инновационной деятельности при производстве плодов в сельхозорганизациях Кабардино-Балкарской Республики / В. И. Гайдук, З. М. Кануков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. — 2013. — № 92. — С. 1139-1160. — EDN RNEHKD.
56. Генкель П.А. Диагностика засухоустойчивости культурных растений и способы её повышения. — М.: Изд-во АН СССР, 1956. — 63 с.
57. Генкель, П.А. Состояние покоя и морозоустойчивость плодовых растений / Генкель П.А., Окпина Е.З. М.: Наука, 1964. - 242с.
58. Герун И.Л. Рост плодовых деревьев в зависимости от солонцеватости почв // Сб. работ по агротехнике плодово-ягодных культур Укр. НИИ плодоводства. — Киев, 1941.

59. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории российской федерации (2019). Режим доступа - <http://mcx.ru/ministry/departments/departament-rastenievodstva-mekhanizatsii-khimizatsii-i-zashchity-rasteniy/industry-information/info-gosudarstvennaya-usluga-po-gosudarstvennoy-registratsii-pestitsidov-i-agrokhimikatov/>. Дата обращения – 30.07.2019
60. Григорьева, Л. В. К вопросу об органическом производстве плодово-ягодного сырья / Л. В. Григорьева, О. А. Ершова // Вопросы питания. – 2014. – Т. 83. – № S3. – С. 176. – EDN XCEWOT.
61. Груздев Г.И. Выбор местоположения и почвы под сад. – М.: Сельхозгиз, 1955. – 119 с.
62. Гудковский, В.А. Концепция развития интенсивного садоводства в современных условиях России / В.А. Гудковский, А.А. Кладь // Садоводство и виноградарство.- 2001.- №4.- С. 1-8.
63. Гудковский, В.А. Стресс плодовых растений / В.А. Гудковский, Н.Я. Каширская, М. Цуканова // Воронеж: Кварта, 2005.- 127с.
64. Гущин М.Ю. Характер роста корней плодовых деревьев в различные времена года в зависимости от условий почвенной среды. // Тр. УкрНИИИС. – 1941. – С. 49-70.
65. Гущин М.Ю. Экологические основы размещения плодовых и ягодных культур в Украинской ССР: Доклад на соиск. ученой степени д-ра с.-х. наук. — Киев, 1969. — 112 с.
66. Даниленко, В. Я. Перспективы внедрения адаптивных технологий при выращивании кизила на территории Республики Крым / В. Я. Даниленко, Д. В. Потанин // Инновации в науке. – 2016. – № 10(59). – С. 145-157. – EDN WXTKRD.
67. Девятков А.С. Бонитировочная оценка почво-грунтов для плодовых культур в Нечернозёмной зоне // Почвенные условия, удобрения и

- урожайность плодовых и ягодных культур. К.: Урожай, 1970. – С. 11-118.
68. Догиев, Г.Д. Повышение экономической эффективности плодководства в рыночных условиях: автореф. дисс. к.-э. наук / Догиев Г.Д.-Махачкала, 2006.-25с.
  69. Дорошенко Т.Н. Ранняя диагностика биологического потенциала плодовых растений // Биологический потенциал садовых растений и пути его реализации: Материалы междунар. Конф., 19-22 июня 1999 г. / ВСТИСП. – М., 2000. – С. 82-86.
  70. Доспехов В.А. Методика полевого опыта. — М.: Колос, 1979.- 416 с.
  71. Драгавцев А.П. Горное плодководство. — М.: Сельхозгиз, 1958.- 431 с.
  72. Драгавцев В.А. Управление продуктивностью сельскохозяйственных культур на основе закономерностей их генетических и фенотипических изменений при смене лимитов внешней среды / В.А. Драгавцев, И.А. Драгавцева, Л.М. Лопатина. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2003. – 208 с.
  73. Драгавцева И.А. Влияние метеорологических факторов на размещение косточковых плодовых культур // Прогноз развития метеоситуаций на ближайшие десятилетия XXI века и реакция на них сельскохозяйственных культур: Материалы межрегион. науч.-практ. конф. – Краснодар, 1999. – С.47-52.
  74. Драгавцева И.А. К проблеме адаптации плодководства Северного Кавказа к ожидаемым изменениям климата / И.А. Драгавцева, В.А. Жуков, О.А. Святкина // Материалы междунар. Науч.-практ. Конф. «Садоводство и виноградарство XXI века». – Краснодар, 1999. – Ч.2. – С. 42-47.
  75. Драгавцева И.А., Кузнецова А.П., Савин И.Ю., Прудникова Е.Ю. Пути обеспечения стабильности плодоношения сортов плодовых культур на основе оценки их адаптационного потенциала в изменяющихся

- условиях среды. Садоводство и виноградарство. 2019;(3):34-42.  
doi: 10.31676/0235-2591-2019-3-34-42.
76. Драгавцева И.А. Применение системного анализа для прогнозирования успешности выращивания сельскохозяйственных культур (на примере плодовых) / И.А. Драгавцева, Л.М. Лопатина, Е.В. Луценко, Н.Е. Луценко // Формы и методы повышения эффективности координации исследований для ускорения процесса передачи реальному сектору экономики завершенных разработок: Сборник. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2002. – С. 62–67.
  77. Драгавцева И.А. Применение автоматизированного системного анализа для прогноза продуктивности плодовых культур на Юге России / И.А. Драгавцева, Е.В. Луценко, Л.М. Лопатина // Материалы Международной научно-практической конференции «Научное обеспечение современных технологий производства, хранения и переработки плодов и ягод в России и странах СНГ», 12–14 августа 2002 г. /ВСТИСП. – М., 2002. – С. 17–20.
  78. Драгавцева, И.А. Пути повышения продуктивности плодовых культур на экологической основе / Драгавцева И.А. // Перспективы возделывания плодовых, ягодных, субтропических культур и чая в республике Адыгея.-Майкоп, 1994.- С. 11-15.
  79. Драгавцева, И.А. Система оценки пригодности экологических условий для выращивания косточковых на Северном Кавказе: рекомендации / Драгавцева И.А.- М., 1991.- 23с.
  80. Драгавцева, И.А. Управление продуктивностью плодовых культур на основе изучения адаптивного потенциала генотипов и среды их выращивания на примере юга России / И.А. Драгавцева, Н.Н. Марченко, И.Ю. Савин // Садоводство и виноградарство. – 2009. – № 5. – С. 26-28.
  81. Драгавцева И.А. Экологический метод оптимального размещения плодовых культур: Материалы междунар. науч.-практ. конф.

- «Садоводство и виноградарство XXI века». – Краснодар, 1999. – Ч.2. – С. 38-41.
82. Дорошенко, Т.Н. Перспективы развития садоводства на юге России / Дорошенко Т.Н. // Садоводство и виноградарство.- 2004.- №3,- С. 7-8.
  83. Дяченко Н.П., Гончаренко О.И., Падий Н.Н. и др. Методы управления агроценозами. К.: Изд-во УСХА, 1981. – 36 с.
  84. Егоров Е.А. Зависимость продуктивности многолетних насаждений от метеорологических факторов // Прогноз развития метеоситуаций на ближайшие десятилетия XXI века и реакция на них сельскохозяйственных культур: Материалы межрегион. науч.-практ. конф. – Краснодар, 1999. – С.3-6
  85. Егоров, Е.А. Основные направления адаптивной интенсификации садоводства / Егоров Е.А. // Садоводство и виноградарство.- 2004.- №3.- С.2-3.
  86. Елманов С.И. Зимнее развитие цветочных почек персика и абрикоса // Тр. Ин-та /Гос. Никитск. Ботан. Сад. — 1952. — Т. 29. – С. 251-268.
  87. Енисеева Н.В., Горчарук Л.Г. Критические почвенно-климатические условия ореха грецкого на западном Кавказе // Тез. Докл. VIII Всесоюз. Съезда почвоведов. — Новосибирск, 1989. — Т. 4. – С. 137.
  88. Ерёмин Г.В. Слива / Г.В. Ерёмин, В.Л. Витковский. – М.: Колос, 1980. – 255 с.
  89. Ерёмин Д. И. Гумусовое состояние серых лесных почв Северного Зауралья // Молодой ученый. — 2016. — №27. — С. 210-212. — URL <https://moluch.ru/archive/131/36334/> (дата обращения: 01.01.2019).
  90. Ерёмин Д. И. Стабилизация гумусного состояния пахотного чернозема //Земледелие. 2014. № 1. С. 29–31.
  91. Жуков В.А. Стохастическое моделирование и прогноз агроклиматических условий возделывания сельскохозяйственных культур в Краснодарском крае в условиях меняющегося климата //

- Прогноз развития метеоситуаций на ближайшие десятилетия XXI века и реакция на них сельскохозяйственных культур: Материалы межрегион. науч.-практ. конф. – Краснодар, 1999. – С. 7-23.
92. Жученко, А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства (концепция) / Жученко А.А. Пушино, 1994.- 147 с.
  93. Жученко А.А. Эколого-генетические основы интегрированной системы защиты растений // Проблемы оптимизации фитосанитарного состояния растениеводства. - -Пб., 1997. -  
 Научная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat  
<http://www.dissercat.com/content/ekologizatsiya-sistem-zashchity-yablони-ot-muchnistoi-rozy-na-kubani#ixzz5bLKvLy42>
  94. Завадский, К. М. Научное наследие И.В. Мичурина и некоторые задачи биологии / К. М. Завадский // Ботанический журнал. – 1956. – Т. 41. – № 1. – С. 3-22. – EDN RTUNHN.
  95. Заленский О.В. Распространение и экологические особенности фисташки (*Pistaciavera* L.) и миндаля (*A. Communis* L.) в Западном Копед-Даге // Ботанический журнал. — 1940. — Т. 25.- № 1. – С. 20-37.
  96. Заремук, Р. Ш. Новые подходы к адаптации сливы в условиях стресс-факторов среды / Р. Ш. Заремук, Г. В. Еремин // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2010. – № 5. – С. 54-56. – EDN MWAYQF.
  97. Зубарев, Ю. Н. Зелёная революция" - фактор прогресса земледелия / Ю. Н. Зубарев // Пермский аграрный вестник. – 2014. – № 3(7). – С. 17-22. – EDN SMYYRJ.
  98. Иванов В.Ф. Реакция плодовых растений на засоление и солонцеватость почв степного Крыма //Тр. ГНБС, Т. XVII: Сб. работ по почвоведению и агроклиматологии. – Харьков, 1969. – С. 29-48.

99. Иванов В.Ф. Экология плодовых культур / В.Ф. Иванов, А.С. Иванова, Н.Е. Опанасенко и др. – К.: Аграрна наука, 1998. – 410 с.
100. Иванов, С. В. К 155-летию со дня рождения И.В. Мичурина / С. В. Иванов // Садоводство и виноградарство. – 2011. – № 1. – С. 5-9. – EDN NDBPPR.
101. Иванова А.С. Роль сидератов в режимах влаги и NPK на южном черноземе под яблоней // Тр. Ин-та / Гос. Никитск. Ботан. Сад. – 1988. – Т. 105. – С. 41-52.
102. Иванова Е.В., Сорокопудов В.Н. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВИДОВ РОДА MALUS (L.) MILL. ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3.; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=13727> (дата обращения: 01.01.2019).
103. Иванова, М. И. Применение автоматических технологических карт при подборе эффективной технологии выращивания виноградных саженцев / М. И. Иванова, Д. В. Потанин // Агропродовольственная экономика. – 2020. – № 3. – С. 73-77. – EDN STKMQM.
104. Игамбердиева Х. Поздноцветущие формы миндаля // Садоводство и виноградарство на грубоскелетных почвах. — Душанбе, 1977. – С. 64-73.
105. Ищенко, Н. В. Вызовы и угрозы развития отрасли садоводства России в контексте ее интенсификации / Н. В. Ищенко // Экономика и предпринимательство. – 2020. – № 11(124). – С. 1238-1242. – DOI 10.34925/EIP.2020.124.11.246. – EDN BEXBVM.
106. Ищенко, Л. А. Эколого-физиологические и генетические основы устойчивости плодовых и ягодных растений к болезням / Л. А. Ищенко. – Орел : Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2010. – 280 с. – EDN ZTUQSB.

107. Канивец И.И. Почвенные условия и рост садовых растений. – Кишинёв.: Картя Молдовеняскэ, 1960. – 543 с.
108. Кашин, В.И. Научные основы адаптивного садоводства / Владимир Иванович Кашин. М.: Колос, 1995. - 335 с.
109. Кашин В.И. Проявление биологического потенциала садовых растений // Биологический потенциал садовых растений и пути его реализации: Материалы междунар. конф., 19-22 июля 1999 г. / ВСТИСП. – М., 2000. – С. 3-15.
110. Квиклис, Д. Изучение промежуточных подвоев для яблони / Д. Квиклис // Соврем, пробл. плодоводства: Сборник докладов. Самохваловичи, 1995.-С. 63.
111. Кищак Е.А., Эффективные типы насаждений черешни в Украине / Е.А. Кищак // Садоводство и виноградарство, №6, 2013 г., с. 10-15
112. Ключко, П.В. Які насадження є перспективними?//Сад, виноград і вино України. -1999. №10-12. -С. 9-11.
113. Князев, С. Д. Новое поколение сортов смородины черной для экологически безопасных технологий / С. Д. Князев, М. В. Товарницкая, М. А. Келдибекова // Аграрная наука. – 2017. – № 3. – С. 7-10. – EDN YIAKCP.
114. Ковалев Н.Г. Разработка типовых моделей ландшафтно-мелиоративных систем земледелия / Н.Г. Ковалев, В.А. Тюлин, Д.А. Иванов // Доклады РАСХН. 1999. - № 1. - С. 18-21.
115. Колесников ВА. Управление ритмом роста надземной и корневой систем плодовых деревьев — основа получения высоких урожаев // Докл. и сообщ. На пленуме секции садоводства, виноградарства и субтропических культур. — Кишинев, 1960. — С. 84-96.
116. Колесникова А.Ф., Колесников А.И., Муханин В.Г. Вишня. — М.: Агропромиздат, 1986. — 237 с.

117. Кондратенко П.В., Козак М.В. Придатність ґрунтів України під сади: Зб. наук. пр. Інституту землеробства УААН. – К., 1997. – Вип. 2. С. 161-165
118. Кондратенко Т.Е., Деркач Д.Ф. Особенности повреждения плодовых культур при длительном заморозке во время цветения // Садоводство и виноградарство. – 1991. - №11. – С. 7-10.
119. Конюхова, А. А. Развитие научного наследия И.В. Мичурина в селекции сливы / А. А. Конюхова, Р. Е. Богданов // Развитие научного наследия И.В. Мичурина по генетике и селекции плодовых культур : XXII Мичуринские чтения. Международная научно-практическая конференция, посвященная 155-летию со дня рождения И.В. Мичурина, Мичуринск, 26–28 октября 2010 года. – Мичуринск: ФГБНУ «ВНИИС им. И.В. Мичурина», 2010. – С. 184-186. – EDN QYBINZ.
120. Копань В.П., Копань К.Н., Ярещенко А.Н., Козулина Ю.Б., Гребенюк С.И., Корховой Ю.Б. Олигогенная селекция - путь целенаправленного решения селекционных программ в плодоводстве. Мат. Межд. науч.-метод. конф. «Роль сортов и новых технологий в адаптивном садоводстве». Орел, 2003: 167-169.
121. Копылов, В. И. История плодоводства Крыма: начальный период / В. И. Копылов // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2015. – № 1(164). – С. 16-24. – EDN WFDUBX.
122. Кормилицын А.М. Ботанико-географические закономерности в интродукции деревьев и кустарников на юге СССР // Тр. Ин-та/Гос. Никитск. Ботан. Сад. — 1964. — Т. 37. — С. 37—55.
123. Костина К.Ф. Культура сливы. — Симферополь: Крымиздат, 1952. – 171 с.
124. Костина К.Ф. Зимовыносливость различных сортов абрикоса в Крыму в условиях зим 1947/48, 1949/50 гг. // Тр. Ин-та / Гос. Никитск. Ботан. Сад. — 1953. — Т. 25. — Вып. 4. — С. 132—163.

125. Кочкин МА. Водно-тепловой режим почв склонов на Южном берегу Крыма // Тр. Ин-та / Гос. Никитск. Ботан. Сад. — 1977. — Т. 71. — С. 5-14.
126. Кочкин МА., Важов В.И., Иванов В.Ф. и др. Основы рационального использования почвенно-климатических условий в земледелии. — М.: Колос, 1972. — 304 с.
127. Кошиева, М. А. Факторы повышения эффективности производства плодовоовощного комплекса АПК / М. А. Кошиева, И. Ш. Дзахмишева // Фундаментальные исследования. — 2014. — № 11-9. — С. 2032-2036. — EDN SZUIPN.
128. Краюшкина, Н. С. Отбор садопригодных земель под плодовые сады в условиях Северо-Западного региона России / Н. С. Краюшкина, В. И. Дадыко. — Санкт-Петербург : Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства, 2016. — 52 с. — ISBN 978-5-88890-092-5. — EDN ZDJAOD.
129. Кузнецова, А. П. Оценка устойчивости сортов плодовых культур к грибным болезням по данным многолетних наблюдений / А. П. Кузнецова // Плодоводство и виноградарство Юга России. — 2014. — № 29(5). — С. 1-9. — EDN SMGFPD.
130. Куликов И.М. Оптимизация размещения предприятий плодово-ягодного подкомплекса АПК в Центральном Федеральном округе РФ на период 2009-2012гг./ И.М. Куликов, СМ. Медведев, В.Ф. Урусов // Садоводство и виноградарство, № 3.- 2009 г. — С. 25-32.
131. Кумахова, Т. Х. Цитозекологические адаптивные изменения *Malus mill.* В условиях высотной поясности / Т. Х. Кумахова, А. С. Воронков // Идеи Н. И. Вавилова в современном мире : Тезисы докладов IV Вавиловской международной научной конференции, Санкт-Петербург, 20–24 ноября 2017 года / Федеральное агентство научных организаций; Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт

- генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР); Вавиловское общество генетиков и селекционеров Санкт-Петербурга; Научный совет «Биология и медицина»; Санкт-Петербургский научный центр РАН. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова", 2017. – С. 50. – EDN ZXEEERB.
132. Лебедев В.М. К вопросу о влиянии потепления климата на плодовые растения // Научные основы устойчивого садоводства в России: Докл. конф. 11-12 марта 1999 г. / ВНИИС им. И.В. Мичурина. – Мичуринск, 1999. – С. 50-53.
  133. Лемешко Н.А. Реакция земледелия XXI века на предстоящие изменения климата / Н.А. Лемешко, В.М. Николаев // Прогноз развития метеоситуаций на ближайшие десятилетия XXI века и реакция на них сельскохозяйственных культур: Материалы межрегион. науч.-практ. конф. – Краснодар, 1999. – С. 24-35.
  134. Лопатина, Л.М. Методика эколого-генетической оценки адаптивности плодовых культур / Л.М. Лопатина, И.А. Драгавцева, Е.В. Луценко // Методическое и аналитическое обеспечение исследований по садоводству. – Краснодар ГНУ СКЗНИИСиВ. – 2010. – 300с.
  135. Лосев А.П. Погода и урожай яблони. — Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 87 с.
  136. Лукаш, В. Я. История Крымского промышленного плодоводства (XIX-XX вв.) / В. Я. Лукаш, В. Я. Даниленко // Государственная власть и крестьянство в XIX - начале XXI века : сборник статей, Коломна, 26–28 октября 2017 года / Ответственный редактор А.И. Шевельков. – Коломна: Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области "Государственный социально-гуманитарный университет", 2018. – С. 280-283. – EDN XWNEJF.

137. Магомедова, А. А. Агроэкологические особенности устойчивого развития плодовоговодства в предгорных и горных районах Дагестана / А. А. Магомедова, Б. И. Казбеков, Г. К. Аммайгаджиев // Сельскохозяйственная биология. – 2006. – Т. 41. – № 5. – С. 1-11. – EDN HULLSH.
138. Майдебур В.И., Середа И.И. Реакция сливы на кислотность и известкование дерново-подзолистой песчаной почвы / Садоводство. — 1987. — № 35. — С. 18—23.
139. Макквиг Д.Д. Климатическая изменчивость и сельское хозяйство в районах умеренного климата // Всемирная конференция по климату. – Женева, 1979. – С. 273-284.
140. Мансуров Г.А. Природные условия и основные факторы для развития устойчивого садоводства // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы. – Мичуринск, 2001. – Т.3. – С. 83-84.
141. Манько О.М. Экологические основы природопользования: Учебник / О.М. Манько, А.В. Мешалкин, С.И. Кривов. - М.: Academia, 2019. - 640 с.
142. Медведев, С.М. Морозостойкость привойно-подвойных комбинаций в коммерческом саду / С.М. Медведев, Й.Й. Эчеди // Плодоводство и ягодоводство России: Сб. науч. трудов. Москва, 2003. -Т. 10. - С. 358 - 365.
143. Меженский В.Н. Континентальный климат и садоводство / В.Н. Меженский. — М.: ООО «Издательство АСТ»; Донецк: «Сталкер», 2004. — 110, [2] с.
144. Методика определения экономической эффективности от использования сельскохозяйственных технологий в питомниководстве и промышленном садоводстве / И. М. Куликов, Г. А. Полунин, А. А. Зимин [и др.]. – Москва : Всероссийский селекционно-технологический

- институт садоводства и питомниководства Российской академии сельскохозяйственных наук, 2013. – 84 с. – EDN XQAJAB.
145. Методологические основы и методы изучения экологических условий произрастания многолетних растений. Режим доступа: <http://racechrono.ru/ekologiya-plodovyh-kultur/5383-metodologicheskie-osnovy-i-metody-izucheniya-ekologicheskikh-usloviy-proizrastaniya-mноголетnih-rasteniy.html>. Дата обращения: 01.01.2019.
  146. Мистратова, Н. А. Органическое земледелие в России (обзорная статья) / Н. А. Мистратова, Д. Н. Ступницкий, С. Е. Яшин // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 11(176). – С. 100-107. – DOI 10.36718/1819-4036-2021-11-100-107. – EDN НМНРZS.
  147. Мкртчян Р. С, Садоян З.В. О верхней климатической границе культуры персика в Армянской ССР // Персик. — Ереван, 1977. – С. 295-304.
  148. Мордынский С.А., Анализ рынка яблок в России и в мире. Режим доступа: <http://asprus.ru/blog/?s=%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7%20%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BA%D0%B0%20%D1%8F%D0%B3%D0%BE%D0%B4>. Дата обращения: 01.01.2019
  149. Муталимов О.У. Продуктивность сорто-подвойных комбинаций яблони в Нечерноземной зоне России: Дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.07 Москва, 2006 126 с. РГБ ОД, 61:06-6/255
  150. Мухортов, С. Я. История садоводства : Учебное пособие / С. Я. Мухортов, Р. Г. Ноздрачева ; ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2017. – 271 с. – EDN YQBXSM.
  151. Неговелов С.Ф., Вальков В.Ф. Почвы и сады. – Ростов н/Д: Изд-во Ростовского университета, 1985. – 191 с.
  152. Ненько Н.И., Киселева Г.К. Методика морфофизиологического анализа почек плодовых растений//Методическое и аналитическое обеспечение

- исследований по садоводству. –Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2010. – С. 148-152.
153. Никитинский Ю.И. Биологические и экологические основы хозяйства в лесах грецкого ореха. — Фрунзе, 1970. — 210 с.
  154. О конструировании геномов: новые возможности в селекции яблони (*Malus domestica* Borkh.) на устойчивость к парше, качество и технологичность / Е. Н. Седов, Г. А. Седышева, З. М. Серова, С. А. Корнеева // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – Т. 51. – № 3. – С. 411-418. – DOI 10.15389/agrobiology.2016.3.411rus. – EDN WJCSGH.
  155. Опанасенко Н.Е. Агрономическая характеристика скелетных почв Крыма и их пригодность под сады: Автореф. Дис. ...канд. с.-х. наук: 06.01.03 – Харьков, 1981. – 24 с.
  156. Опанасенко, Н. Е. Агроэкологические основы районирования Крыма под плодовые культуры / Н. Е. Опанасенко, А. П. Евтушенко // Почвы в биосфере : Сборник материалов Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 50-летию Института почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, 10 сентября – 14 2018 года / Ответственный редактор А.И. Сысо. Том Часть 2. – Новосибирск: Национальный исследовательский Томский государственный университет, 2018. – С. 105-107. – EDN XXWUTZ.
  157. Особенности почвенного покрова юга СНГ в связи с оценкой пригодности земель под сады. Режим доступа: <http://racechron.ru/ekologiya-plodovyh-kultur/5397-osobennosti-pochvennogo-pokrova-yuga-sng-v-svyazi-s-ocenкой-prigodnosti-zemel-pod-sady.html>. Дата обращения: 01.01.2019
  158. Пат. № 2003610433 РФ. Автоматизированная система мониторинга, анализа и прогнозирования развития сельхозкультур «ПРОГНОЗ-АГРО» / И.А. Драгавцева (Россия), Е.В. Луценко (Россия), Л.М.

- Лопатина (Россия); Заяв. № 2002611927 РФ. Оpubл. От 18. 02. 2003. – 50с.
159. Петровская Т.П. Состояние покоя цветочных почек древесно-кустарниковых пород // Тр. Ин-та / Ин-т физиологии растений им. Тимирязева. — 1955. — Т. 9. — С. 59—105.
  160. Потанин, Д. В. Адаптация элементов технологии эксплуатации насаждений плодовых и ягодных культур к климатическим особенностям региона выращивания / Д. В. Потанин, С. Н. Гунько // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2017. – № 9(172). – С. 16-23. – EDN ZIWDGZ.
  161. Потанин, Д. В. Адаптирование элементов технологии эксплуатации насаждений плодовых и ягодных культур к климатическим особенностям Крыма / Д. В. Потанин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 5(55). – С. 178-181. – EDN UZBYNL.
  162. Потанин Д.В., Иванова М.И., Иванченко В.И., Маслич Е.А., Замета О.Г., Михайлов С.В. Эффективность производства продукции многолетних насаждений при выборе технологии уборочной кампании// «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(1):57-64. DOI 10.34919/IM.2023.25.1.008.
  163. Потанин Д.В., Иванова М.И. Изучение архитектоники корневых систем груши в зависимости от подвоя // Проблемы развития АПК региона. – 2023. - №1(53). – С. 72-80. – DOI 10.52671/20790996\_2023\_1\_72.
  164. Потанин Д.В., Иванова М.И. Особенности прохождения органогенеза сортов яблони в зависимости от условий года по теплообеспеченности // Бюллетень ГНБС. 2023. Вып. 146. DOI: 10.36305/0513-1634-2023-146-30-39
  165. Потанин Д.В., Иванова М.И. Подбор элементов адаптивного садоводства в зависимости от климатического потенциала территории

- //«Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022;24(3):254-262. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.009.
166. Потанин, Д. В. Оценка пригодности агроклиматических условий Республики Крым для выращивания садовых культур / Д. В. Потанин // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2016. – № 5(168). – С. 17-24. – EDN YKQQAD.
  167. Потанин, Д. В. Оценка пригодности агроклиматических условий для выращивания плодовых и ягодных культур / Д. В. Потанин // Дни науки КФУ им. В.И. Вернадского : Сборник тезисов участников I научной конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов, студентов и молодых ученых, Симферополь, 26–30 октября 2015 года. – Симферополь: ООО "Актив", 2015. – С. 23-25. – EDN WQQYBP.
  168. Потанин, Д.В. Оценка пригодности агроклиматических условий для выращивания плодовых культур // НИР: грант № 14-47-01560. РФФИ. 2014. – EDN UVPGYB.
  169. Потанин, Д. В. Подбор технологии выращивания абрикоса на территории Республики Крым в зависимости от климатических условий / Д. В. Потанин // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2015. – Т. 3. – № 1(12). – С. 161-166. – DOI 10.12737/10616. – EDN TPGWFR.
  170. Придорогин, М. В. Классификация элементов рельефа садового ландшафта / М. В. Придорогин, Ю. В. Трунов // Научные труды Северо-Кавказского зонального научно-исследовательского института садоводства и виноградарства. – 2016. – Т. 10. – С. 22-27. – EDN WHBCYN.
  171. Проблемы и перспективы развития промышленного садоводства // АгроФорум. – 2019. – № 3. – С. 33-40. – EDN KCCTRD.
  172. Проворченко, А.В. Основы создания и продуктивного использования интенсивных типов насаждений алычи крупноплодной в Западном

- Предкавказье: автореф. дис. д-ра с.-х. наук / А. В. Проворченко; Кубан. гос. аграр. ун-т. Краснодар: с. п., 2000. - 39 с.
173. Прогнозирование вероятности повреждения заморозками плодовых культур и винограда на основе климатических баз данных / М. И. Иванова, Д. В. Потанин, В. И. Иванченко [и др.] // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2022. – № 31(194). – С. 35-51. – EDN KZWAPB.
  174. Проценко Д.Ф. О физиологических особенностях морозостойкости плодовых культур / Д.Ф. Проценко, Л.К. Полищук. – К.: Изд-во Киев. ун-та, 1948. – С. 41-58.
  175. Разработки, формирующие современный облик садоводства / Е. А. Егоров, Т. Г. Причко, И. А. Драгавцева [и др.]. – Краснодар, 2011. – 317 с. – ISBN 978-5-98272-062-7. – EDN PJZQMН.
  176. Реакция яблони на свойства почв. Режим доступа: <http://racechrono.ru/ekologiya-plodovyh-kultur/5399-reakciya-yabloni-na-svoystva-pochv.html>. Дата обращения: 01.01.2019.
  177. Рихтер АЛ., Вильде Э.И. Агроклиматическая оценка территории Азербайджана для возделывания миндаля // Тр. Ин-та / Гос. Никитск. Ботан. Сад. — 1977. — Т. 77. — С. 5—22.
  178. Роль научного наследия И.В. Мичурина в развитии отечественного садоводства / М. Ю. Акимов, В. Б. Говорухина, А. Н. Юшков [и др.] // XXVI Мичуринские чтения «развитие научного наследия И.В. Мичурина в решении проблем современного садоводства» : Материалы всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 165-летию со дня рождения И. В. Мичурина, Мичуринск-накоград РФ, 26 октября – 06 2020 года. – Санкт-Петербург: ООО "Скифия-принт", 2021. – С. 3-17. – EDN CLNRTE.
  179. Рубин С.С. Содержание почвы и удобрение в интенсивных садах. М.: Колос, 1983. – 271 с.

180. Рябов, В. А. Агроклиматологическая оценка условий произрастания плодовых культур в Крыму / В. А. Рябов, Н. Е. Опанасенко, В. В. Антюфеев. – Ялта : Редакционно-издательская группа НБС-ННЦ, 2002. – 28 с. – EDN YYWWPR.
181. Рябов В.А. Характеристика морозоопасности территории Степного отделения Никитского ботанического сада // Тр. Ин-та / Гос. Никитск. Ботан. Сад. —1988. — Т. 105. — С. 116—123.
182. Ряднова И.М. Развитие плодовых почек в осенне-зимний период и их зимостойкость // Агробиология. — 1951. — № 5. — С. 145-147.
183. Ряднова И.М., Еремин Г.В. Зимостойкость плодовых деревьев на юге СССР. — М.: Колос, 1964. — 207 с.
184. Савельев, Н. И. Практические результаты совершенствования сортимента плодовых культур на генетической основе для получения натуральных продуктов питания функционального назначения / Н. И. Савельев // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 8. – С. 3-4. – EDN MUPICH.
185. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ Иванова М.И., Потанин Д.В. «Специализированная программа анализа экономической эффективности подбора технологии выращивания сельскохозяйственных культур». Номер свидетельства: RU 2020663040. Патентное ведомство: Россия. Год публикации: 2020. Номер заявки: 2020617787. Дата регистрации: 16.07.2020. Дата публикации: 22.10.2020
186. Свиркова, С. В. Иммуитет растений : электронное учебное пособие / С. В. Свиркова, А. В. Заушинцена ; Министерство образования и науки РФ, Кемеровский государственный университет, Кафедра ботаники. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2014. – 206 с. – ISBN 978-5-8353-1722-6. – EDN YPWCTB.

187. Седов, Е.Н. Слаборослые вставочные подвои и новые сорта в интенсивном саду / Е.Н. Седов и др. // Плодоводство и ягодоводство России: Сб. науч. работ / ВСТИСП. М., 2004. - Т. XI. - С. 140 - 151.
188. Селянинов Г.Т. О сельскохозяйственной оценке климата // Тр. Ин-та по сельскохозяйственной метеорологии. — 1928. — Вып. 20. — С. 165-177.
189. Семенюк Г.М. Диагностика минерального питания плодовых культур. — Кишинёв: Штиинца, 1983. — 324 с.
190. Сергеев Ю.И. Эффективность насаждений яблони и их долговечность на подвое М9 в зависимости от обрезки растений и плотности почвы. Режим доступа: <http://asprus.ru/blog/effektivnost-nasazhdenij-yabloni-i-ix-dolgovechnost-na-podvoe-m9-v-zavisimosti-ot-obrezki-rastenij-i-plotnosti-pochvy/>. Дата обращения: 01.01.2019
191. Сергеева К. С. Критические периоды плодовых культур в условиях Южного берега Крыма // Биологические основы орошаемого земледелия. — М.: Изд-во МСХ СССР, 1957. — С. 195-204.
192. Система садоводства Республики Крым / Копылов В.И., Балыкина Е.Б., Беренштейн И.Б., Бурлак В.А., Валеева Н.Г., Корниенко Н.Я., Опанасенко Н.Е., Потанин Д.В., Пичугин А.М., Рябов В.А., Скляр С.И., Сторчоус В.Н., Стрюкова Н.М., Сычевский М.Е. ; ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Академия биоресурсов и природопользования. — Симферополь : Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2016. — 288 с. — ISBN 978-5-906813-71-8. — EDN WZOZBR.
193. Смагин Н.Е. Больше устойчивости и конкурентоспособности горному садоводству / Н.Е. Смагин // Организационно-экономический механизм инновационного процесса и приоритетные проблемы научного обеспечения развития отрасли. -Краснодар, 2003. С. 137-140.

194. Степанов А.М. Оптимизация мелиоративного режима агроландшафтов / А.М. Степанов, А.В. Комаров // Вестник РАСХН. 2001. - № 3. - С. 26-27.
195. Стребков И.М. Роль погодных условий в моделях агроэкологических систем // Вест. С.-х. науки. — 1983. — № 4. — С. 37-46.
196. Теренько Г.Н. Бонитировка почв под сад / Г.Н. Теренько // Системообразующие экологические факторы и критерии зон устойчивого развития плодоводства на Северном Кавказе. -Краснодар, 2001. С. 272-279.
197. Теренько Г.Н. Пороговые и оптимальные значения почвенных факторов / Г.Н. Теренько // Системообразующие экологические факторы и критерии зон устойчивого развития плодоводства на Северном Кавказе. Краснодар, 2001. - С. 50-54.
198. Терновых, К. С. Обоснование стратегических параметров развития садоводства / К. С. Терновых, Н. В. Леонова // Актуальные проблемы и современные тенденции развития садоводства России : Материалы международной научно-практической конференции, Воронеж, 07–08 ноября 2019 года / Воронежский государственный аграрный университет. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. – С. 169-177. – EDN LDDCEE.
199. Тюрина, М.М. Методика оценки зимостойкости плодовых и ягодных растений в контролируемых условиях / М.М. Тюрина, И.М. Куликов // Плодоводство и ягодоводство России: Сборник научных трудов. Москва, 2006-С. 11-18.
200. Удобрєння садів / Карпенчук Г.К., Копитко П.Г., Бондаренко А.О. та ін. – К., 1982. – 177 с.
201. Урбанская, Г. Г. Агрохимическая служба и интенсификация сельскохозяйственного производства [История создания и направления

- развития] / Г. Г. Урбанская // Экономика сельского хозяйства. Реферативный журнал. – 2009. – № 3. – С. 716. – EDN KZKUBN.
202. Фадеев Ю.Н., Новожилов К.В., Байку Т. Принципы интегрированной защиты растений / Под ред. Ю.Н. Фадеева и К.В. Новожилова. – М.: Колос, 1981. – 335 с.
203. Хаустович И.П. Влияние изменения климата на зимостойкость и засухоустойчивость плодовых и ягодных культур, признаки устойчивости сорта в агроценозе сада // Прогноз развития метеоситуаций на ближайшие десятилетия XXI века и реакция на них сельскохозяйственных культур: Материалы межрегион. науч.-практ. конф. – Краснодар, 1999. – С. 35-41.
204. Хаустович И.П. Устойчивое ведение садоводства в условиях потепления климата // «Садоводство и виноградарство XXI века»: Материалы междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар, 1999. – Ч.2. – С. 48-51.
205. Хлопцева И.М. Зимостойкость абрикоса в предгорной зоне Крыма // Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии. — 1976.-№ 9.- С. 57-59.
206. Ценер Г.Г. Влияние климатических условий на плодовые культуры / Г.Г. Ценер, В.Г. Соболевская, Л.К. Колокольникова // Садоводство и виноградарство. – 1996. - №3. – С. 4-5.
207. Чикин, Ю. А. Общая фитопатология / Ю. А. Чикин ; Томский государственный университет, Кафедра защиты растений. – Томск : Без издательства, 2001. – 170 с. – EDN XKBHNN.
208. Шашко Д.И. Агроклиматическое районирование СССР. — М.: Колос, 1967. – 335 с.
209. Шевелуха, В.С. Селекция, физиология растений и адаптивное растениеводство / Шевелуха В.С. // Селекция на устойчивость к стрессам. Курск, 1992. - С. 265-269.

210. Шестопаль А.Н. Воспроизводство и эффективность продуктивного использования плодовых и ягодных насаждений. – К.: Сільгоспосвіта, 1994. – 256 с.
211. Шомахов А.Р. Агроэкологические аспекты формирования садовых агроландшафтов / А.Р. Шомахов, А.М. Хатухов // Перспективные технологии и машины для почвозащитного адаптивно-ландшафтного горного и предгорного садоводства. -Нальчик, 2000. С. 33-35.
212. ЩигOLEв А. А. Руководство для составления фенологических прогнозов: Методические указания ЦИП. — М.: Гидрометеиздат, 1951. — Вып. 5. — 43 с.
213. Шинкова Л.А. Агроклиматическое районирование яблони на европейской территории СССР: Автореф. Дис. ... канд. с.-х. наук. —Л., 1971. – 24 с.
214. Шитт П.Г. Учение о росте и развитии плодовых и ягодных растений. — М.: Сельхозгиз, 1958. – 446 с.
215. Шолохов А.М. Морфогенез цветковых почек абрикоса // Садоводство. — 1964. — № 2. — С. 23.
216. Шолохов А.М. Изучение морфогенеза цветковых почек в связи с сортоиспытанием и селекцией косточковых на зимостойкость: Метод, указания. — Ялта, 1972. — 14 с.
217. Экология плодовых культур / Иванов В.Ф., Иванова А.С., Опанаенко Н.Е. и др. – К. Аграрна наука, 1998. – 407 с.
218. Эчеди, Й.Й. Закладка садов с учетом проблемы зимостойкости плодовых культур / Й.Й. Эчеди // Плодоводство и ягодоводство России: Сб. науч. работ / ВСТИСП. М., 2008. - Т. XX. - С. 401 - 404.
219. Abadia, J., Vazquez, S., Rellán-Alvarez, R., El-Jendoubi, H., Abadia, A., Alvarez-Fernandez, A. and Lopez-Millan, A.F. (2011) Towards a knowledge-based correction of iron chlorosis. *Plant Physiology and Biochemistry*, **49**, 471–482.

220. Aizen, M.A., Garibaldi, L.A., Cunningham, S.A., Klein, A.M., 2008. Long-term global trends in crop yield and production reveal no current pollination shortage but increasing pollinator dependency. *Curr. Biol.* 18 (20), 1572–1575, <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2008.08.066>.
221. Allen, D.J. and Ort, D.R. (2001) Impacts of chilling temperatures on photosynthesis in warm-climate plants. *Trends in Plant Science*, **6**, 36–41.
222. Alonso, J.M.; Ansón, J.M.; Espiau, M.T.; Company, R.S. Determination of endodormancy break in almond flower buds by a correlation model using the average temperature of different day intervals and its application to the estimation of chill and heat requirements and blooming date. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 2005, 130, 308–318.
223. Altieri M.A., Nicholls C.I. The adaptation and mitigation potential of traditional agriculture in a changing climate. *Climatic Change*, v.140, n.4, p.33-45. 2017. Available in: consulted on 12 December 2019. doi: 10.1007/s10584-013-0909-y.
224. Ashby Thomas A Topographical Dictionary of Ancient Rome, London: Oxford University Press. – pp.268-269. – 1929
225. Atkinson, C.J., Else, M.A., Taylor, L. and Dover, C.J. (2003) Root and stem hydraulic conductivity as determinants of growth potential in grafted trees of apple (*Malus pumila* Mill.). *Journal of Experimental Botany*, **54**, 1221–1229.
226. Augustyn, M. Sad karłowy. //-Warszawa: Hortpress Sp. zo.o. -Wydawnicza, 2000. -107 p.
227. Baïram E., leMorvan, C., Delaire M., & Buck-Sorlin, G.H. (2019). Fruit and Leaf Response to Different Source–Sink Ratios in Apple, at the Scale of the Fruit-Bearing Branch. *Frontiers in Plant Science*, 10. DOI:10.3389/fpls.2019.01039
228. Barre P., Berger G., Velde B. 2009. How element translocation by plants may stabilize illitic clays in the surface of temperate soils // *Geoderma*, 151: 22-30.

229. Barriopedro, D., Fischer, E.M., Luterbacher, J., Trigo, R. and Garcia-Herrera, R. (2011) The hot summer of 2010: redrawing the temperature record map of Europe. *Science and Culture*, **332**, 220–224.
230. Bartels, D. and Sunkar, R. (2005) Drought and salt tolerance in plants. *Critical Review of Plant Science*, **24**, 23–58.
231. Bauer Z, Bartošová L, 2014: Observed phenological response of ecosystems to the climate: Part I. Flood-plain forest. Mendel university in Brno, Brno, pp. 128.
232. Bauerle, T.L., Centinari, M. and Bauerle, W.L. (2011) Shifts in xylem vessel diameter and embolisms in grafted apple trees of differing rootstock growth potential in response to drought. *Planta*, **234**, 1045–1054.
233. Benmoussa, H.; Ben Mimoun, M.; Ghrab, M.; Luedeling, E. Chilling and heat requirements for local and foreign almond (*Prunus dulcis* Mill.) cultivars in a warm Mediterranean location over 30 years of observation. *Agric. For. Meteorol.* 2017, 239, 34–46.
234. Berezin Leonid V. Scientific Basis of the Adaptive Landscape Reclamation Farming Systems // Biogeosystem Technique. 2014a. Vol. (1). №1. P. 30-40.
235. Berzaghi F., Wright I.J., Kramer K., Oddou-Muratorio S., Bohn F.J., Reyer C.P., Sabaté S., Sanders T.G., & Hartig F. (2019). Towards a New Generation of Trait-Flexible Vegetation Models. *Trends in ecology & evolution*. DOI: 10.1016/j.tree.2019.11.006
236. Blum, A. (2009) Effective use of water (EUW) and not water-use efficiency (WUE) is the target of crop yield improvement under drought stress. *Field Crop Research*, **112**, 119–123.
237. Blumwald, E., Aharon, G.S. and Apse, M.P. (2000) Sodium transport in plant cells. *Biochimica et Biophysica Acta*, **1465**, 140–151.
238. Bohnert, H.J. and Jensen, R.G. (1996) Strategies for engineering water-stress tolerance in plants. *Trends in Biotechnology*, **14**, 89–97

239. Bohnert, H.J. and Sheveleva, E. (1998) Plant stress adaptations – making metabolism move. *Current Opinion in Plant Biology*, **1**, 267–274.
240. Böhme, M. and Böttcher, F. (2011) Bodentemperaturen im Klimawandel: Auswertungen der Messreihe der Säkularstation Potsdam. *Klimastatusbericht des Deutschen Wetterdienstes*, 85–90
241. Bormann, H. (2011) Sensitivity analysis of 18 different potential evapotranspiration models to observe climatic change at German climate stations. *Climatic Change*, **104**, 729–753.
242. Bravdo, B.A. and Naor, A. (1996) Effect of water regime on productivity and quality of fruit and wine. *Acta Horticulturae*, **427**, 15–26.
243. Bravdo, B. (2005) Physiological mechanisms involved in the production of non-hydraulic root signals by partial rootzone drying – a review. *Acta Horticulturae*, **689**, 267–275.
244. Bray, E.A., Bailey-Serres, J. and Weretilnyk, E. (2000) Responses to abiotic stresses, in *Responses to Abiotic Stresses* (eds W. Gruissem, B. Buchanan and R. Jones), Rockville, pp. 1158–1249.
245. Bublyk M. Influence of weather factor on the stone crops productivity in the Ukraine // Fruit, Nut and Vegetable Production Engineering. – Proceeding of the 6<sup>th</sup> International Symposium held in Potsdam, 2001. – Potsdam-Bornim, 2002. – P. 117-121.
246. Bublyk M. Productivity of stone fruit crops in Ukraine depended on temperature factors // Referaty I doniesienia wyłgosome na 12 ogolnokrajowym seminsrium Sekcij “Mrozoodpornosc” w dniach 17 I 18 maja 2001 roku w Instytucie Sadownictwa I Kwiaciarsstwa w Skierniewicach. – Poznan, 2001. – S. 65-74.
247. Camargo, A. and Smith, J.S. (2009a) Image pattern classification for the indentification of disease causing agents in plants. *Computers and Electronics in Agriculture*, **66**, 121–125.

248. Campbell B.M., Vermeulen S.J., Aggarwal P.K., Corner-Dolloff C., Girvetz E., Loboguerrero A.M., Ramirez-Villegas J., Rosenstock T., Sebastian L., Thornton P.K. Reducing risks to food security from climate change. *Global Food Security*. 2016, 11:34–43. doi: 10.1016/j.gfs.2016.06.002.
249. Campoy, J.A.; Darbyshire, R.; Dirlewanger, E.; Quero-garcía, J. Yield potential definition of the chilling requirement reveals likely underestimation of the risk of climate change on winter chill accumulation. *Int. J. Biometeorol.* 2019, 63, 183–192.
250. Campoy, J.A.; Ruiz, D.; Egea, J. Dormancy in temperate fruit trees in a global warming context: A review. *Sci. Hortic.* 2011, 130, 357–372.
251. Carter, G.F. 1977. A hypothesis concerning a single origin of agriculture. p. 89-133. In: C.A. Reed (ed.), *The origin of agriculture*. Mouton Publ., The Hague, The Netherlands.
252. Castède, S.; Campoy, J.A.; García, J.Q.; Le Dantec, L.; Lafargue, M.; Barreneche, T.; Wenden, B.; Dirlewanger, E. Genetic determinism of phenological traits highly affected by climate change in *Prunus avium*: Flowering date dissected into chilling and heat requirements. *New Phytol.* 2014, 202, 703–715.
253. Chaerle, L. and Van Der Straeten, D. (2000) Imaging techniques and the early detection of plant stress. *Trends in Plant Science*, 5, 495–501.
254. Chakraborty S., Murray, G.M., Magarey, P.A., Yonow, T., O'Brien, R.G., Croft, B.J., Barbetti, M.J., Sivasithamparam, K., Old, K.M., Dudzinski, M.J., Sutherst, R.W., Penrose, L.J., Archer, C., and Emmet, R.W. (1998) Potential impact of climate change on plant diseases of economic significance to Australia. *Australasian Plant Pathology*, 27, 15–35.
255. Challinor, A.J., Watson, J., Lobell, D.B., Howden, S.M., Smith, D.R., and Chhetri, N. (2014) A meta-analysis of crop yield under climate change and adaptation. *Nature Climate Change*. doi: 10.1038/NCLIMATE2153.

256. Charrier G., Ngao J., Saudreau M., & Améglio T. (2015). Effects of environmental factors and management practices on microclimate, winter physiology, and frost resistance in trees. *Frontiers in Plant Science*, 6. DOI:10.3389/fpls.2015.00259
257. Charrier G., Martin-StPaul N.K., Damesin C., Delpierre N., Hänninen H., Torres-Ruiz J.M., & Davi H. (2021). Interaction of drought and frost in tree ecophysiology: rethinking the timing of risks. *Annals of Forest Science*, 78. DOI:10.1007/S13595-021-01052-5
258. Chaumont, F. and Tyerman, S.D. (2014) Aquaporins: highly regulated channels controlling plant water relations. *Plant Physiology*, **164** (4), 1600–1618.
259. Chmielewski, F.M., Rötzer T. (2001): Response of tree phenology to climate change across Europe. *Agricultural and Forest Meteorology* 108: 101-112.
260. Chmielewski, F.M., Müller, A., Bruns, E. (2004): Climate changes and trends in phenology of fruit trees and field crops in Germany, 1961–2000. *Agricultural and Forest Meteorology* 121(1-2): 69-78.
261. Choat, B., Cobb, A.R. and Jansen, S. (2008) Structure and function of bordered pits: new discoveries and impacts on whole-plant hydraulic function. *New Phytologist*, **177**, 608–625.
262. Choudhary HD, Khandelwal SK, Choudhary MK, Gadawal OP, Choudhary MR. High density and meadow orchard planting system in fruit crops. Horticulture Research Report of SKN College of Agriculture, Jobner 2015, 1-5.
263. Chuine I., Bonhomme M., Legave J. M., Garcia de Cortazar-Atauri I., Charrier G., Lacointe A., Ameglio T. (2014). «Can phenological models predict tree phenology accurately under climate change conditions» in EGU General Assembly Conference Abstracts, Vol. 16 (Munich: European Geosciences Union), 12973.

264. Cohen, S. and Naor, A. (2002) The effect of three rootstocks on water use, canopy conductance and hydraulic parameters of apple trees and predicting canopy from hydraulic conductance. *Plant Cell Environment*, **25**, 17–28.
265. Cohen, S., Naor, A., Bennink, J., Grava, A. and Tyree, M. (2007) Hydraulic resistance components of mature apple trees on rootstocks of different vigours. *Journal of Experimental Botany*, **58**, 4213–4224
266. Collins, M. and Loveys, B. (2010) Optimizing irrigation for different cultivars. GWRDC Project No. CSP 05/02, CSIRO Plant Industry, 118 pp.
267. Cominelli, E., Galbiati, M., Tonelli, C. and Bowler, C. (2009) Water: the invisible problem. *EMBO Reports*, **10**, 671–676.
268. Cosmulescu, S., Baciú, A. (2002): Climatic factors effect on flowering of fruit tree species. *Journal of Environmental Protection and Ecology* 3 (4): 856-862.
269. Cosmulescu, S., Baciú, A., Cichi, M., Gruia, M., Ciobanu, A. (2008): Phenologic changes in plum tree species in the context of current climate changes. *Bulletin UASVM, Horticulture* 65(1): 510
270. Cosmulescu S, Baciú A, Cichi M, Gruia M, 2010: The effect of climate changes on phenological phases in plum tree (*Prunus domestica*) in south-western Romania. *South-Western Journal of Horticulture, Biology & Environment* 1, 9-20.
271. Costa, J.M., Grant, O.M. and Chaves, M.M. (2013) Thermography to explore plant–environment interactions. *Journal of Experimental Botany*, **64**, 3937–3949.
272. Costa, J.M., Ortuño, M.F. and Chaves, M.M. (2007) Deficit irrigation as a strategy to save water: physiology and potential application to horticulture. *Journal of Integrative Plant Biology*, **49**, 1421–1434.
273. Crow, J.F. 2001. Plant breeding giants: Burbank, the artist; Vavilov, the scientist. *Genetics* 15:391–395.

274. Eliyahu M Goldratt; Jeff Cox, The Goal : A Process of Ongoing Improvement. - London : Taylor and Francis, 2016.
275. Darby, W.J., Ghalioungui, P., and Grivetti, L. 1977. Food: The gift of Osiris, 2 vol. Academic Press, New York.
276. Davies, W.J., Wilkinson, S. and B. Loveys B., (2002) Stomatal control by chemical signaling and the exploitation of this mechanism to increase water use efficiency in agriculture. *The New Phytologist*, **153**, 449–460
277. Davies, W.J. and Zhang, J. (1991) Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soil. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, **42**, 55–76.
278. Davies, W.J., Zhang, J., Yang, J. and Dodd, I.C. (2011) Novel crop science to improve yield and resource use efficiency in water-limited agriculture. *Journal of Agricultural Science*, **149**, 123–131.
279. Day, K. R., Johnson, R. S., Phene, B., & DeJong, T. M. (2010). Developing pedestrian orchard systems. <https://ucanr.edu/sites/fruitreport/files/133008.pdf>
280. Deery, D., Jimenez-Berni, J., Sirault, X.R.R., Jones, H.G. and Furbank, R.T. (2014) Proximal remote sensing buggies and potential applications for phenotyping. *Agronomy* 4: 349-379.
281. Delas, J. (1984) Mineral toxicities in acid soils. *Progres Agricole et Viticole*, Montpellier, France, **101**, 96–101.
282. Dennis, F.G. Problems in standardizing methods for evaluating the chilling requirements for the breaking of dormancy in buds of woody plants. *HortScience* 2003, 38, 347–350.
283. Donat, M.G., Alexander, L.V., Yang, H., Durre, I., Vose, R., and Caesar, J. (2013) Global land-based datasets for monitoring climatic extremes. *Bulletin of the American Meteorology Society*, **94**, 997–1006.

284. Egea J, Ortega E, Martínez-Gómez P, Dicenta F, 2003: Chilling and heat requirements of almond cultivars for flowering. *Environmental and Experimental Botany* 50, 79-85.
285. Ellis K, Baugher TA, Lewis K. Results from survey instruments used to assess technology adoption for tree fruit production. *HortTechnology* 2010;20(6):1043-1048.
286. Fadón, E.; Fernandez, E.; Behn, H.; Luedeling, E. A conceptual framework for winter dormancy in deciduous trees. *Agronomy* 2020, 10.
287. Fadón, E.; Herrero, M.; Rodrigo, J. Flower bud dormancy in *Prunus* species. In *Advances in Plant Dormancy*; Anderson, J.V., Ed.; Springer: Cham, Switzerland, 2015; pp. 123–135.
288. Fadón, E.; Rodrigo, J. Unveiling winter dormancy through empirical experiments. *Environ. Exp. Bot.* 2018, 152, 28–36.
289. Fereres, E. and Soriano, M.A. (2007) Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *Journal of Experimental Botany*, **58**, 147–159.
290. Fernandez, J.E., Romero, R., Montano, J.C., Diaz-Espejo, A., Muriel, J.L., Cuevas, M.V., Moreno, F., Girón, I.F. and Palomo, M.J. (2008) Design and testing of an automatic irrigation controller for fruit tree orchards, based on sap flow measurements. *Australian Journal of Agricultural Research*, **59**, 589–598.
291. Galmés, J., Abadia, A., Cifre, J., Medrano, H. and Flexas, J. (2007) Photoprotection processes under water stress and recovery in Mediterranean plants with different growth forms and leaf habits. *Physiology of Plants*, **130**, 495–510.
292. Gariglio, N.; González Rossia, D.E.; Mendow, M.; Reig, C.; Agustí, M. Effect of artificial chilling on the depth of endodormancy and vegetative and flower budbreak of peach and nectarine cultivars using excised shoots. *Sci. Hortic.* 2006, 108, 371–377.

293. Ghrab, M.; Ben Mimoun, M.; Masmoudi, M.M.; Ben Mechlia, N. Chilling trends in a warm production area and their impact on flowering and fruiting of peach trees. *Sci. Hortic.* 2014, 178, 87–94
294. Giorgi, F. and Lionello, P. (2008) Climate change projections for the Mediterranean region. *Global and Planetary Change*, **63**, 90–104.
295. Griffith, M. and Yaish, M.W. (2004) Antifreeze proteins in overwintering plants: a tale of two activities. *Trends in Plant Science*, **9**, 399–405.
296. Gonkiewicz, A. O uszkodzeniach mrozowych przed kolejna zima / A. Gonkiewicz // Hasło ogrodnicze. 2006. - № 11. - P. 68-70.
297. Good R. The geography of the flowering plants. — London, 1964.
298. Guédon Y., Caraglio Y., Granier, C. Lauri, P., & Muller B. (2022). Identifying Developmental Patterns in Structured Plant Phenotyping Data. *Methods in molecular biology*, 2395, 199-225. doi: 10.1007/978-1-0716-1816-5\_10.
299. Guo, L.; Dai, J.; Ranjitkar, S.; Yu, H.; Xu, J.; Luedeling, E. Chilling and heat requirements for flowering in temperate fruit trees. *Int. J. Biometeorol.* 2014, 58, 1195–1206.
300. Guy, C.L. (1990) Cold acclimation and freezing stress tolerance: role of protein metabolism. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, **41**, 187–223.
301. Hao, Z., Aghakouchak, A. and Phillips, T.J. (2013) Changes in concurrent monthly precipitation and temperature extremes. *Environmental Research Letters*, **8**, 1–7.
302. Hancock, J.F.; Scorza, R.; Lobos, G.A. Peaches. In *Temperate Fruit Crop Breeding: Germplasm to Genomics*; Hancock, J.F., Ed.; Springer: New York, NY, USA, 2008; pp. 265–298.
303. Harrington CA, Gould PJ, St Clair JB, 2009: Modeling the effects of winter environment on dormancy release of Douglas-fir. *Forest Ecology and Management* 259, 798-808.

304. Hideo Martins da Costa Claudio, Carlos Alexandre Costa Crusciol. Long-term effects of lime and phosphogypsum application on tropical no-till soybean–oat–sorghum rotation and soil chemical properties // *European Journal of Agronomy*. Vol. 74. March 2016. P. 119-132.
305. Hijmans, R.J., Cameron, S.E., Parra, J.L., Jones, P.G., and Jarvis, A. (2005) Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, **25**, 1965–1978.
306. Idso, S.B., Jackson, R.D., Pinter, P.J., Reginato, R.J. and Hatfield, J.L. (1981) Normalizing the stress-degree-day parameter for environmental variability. *Agricultural Meteorology*, **24**, 45–55.
307. IPCC (2013) *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (eds T.F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, and P.M. Midgley), Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA, 1535 pp.
308. IPCC (2014) *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea and L.L. White), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA, 1131 pp.
309. Irving, R.M. and Lanphear, F.O. (1967) Environmental control of cold hardiness in woody plants. *Plant Physiology*, **42**, 1191–1196.
310. Jackson, R.D., Idso, S.B., Reginato, R.J. and Pinter, P.J. (1981) Canopy temperature as a crop water-stress indicator. *Water Resources Research*, **17**, 1133–1138.

311. Janick, J. 2002a. Ancient Egyptian agriculture and the origins of horticulture. *Acta Hort.* 582:23- 39.
312. Jashemski, W.F. 1979. The gardens of Pompeii: Herculaneum and the villas destroyed by Vesuvius. Caratzas Brothers, Tube. New Rochelle, New York.
313. Jensen, J.R. (2007) *Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective*, 2nd edition, Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
314. Jeong, J. and Connolly, E.L. (2009). Iron uptake mechanisms in plants: functions of the FRO family of ferric reductases. *Plant Science*, **176**, 709–714.
315. Jones, H.G. (2004) Irrigation scheduling: advantages and pitfalls of plant-based methods. *Journal of Experimental Botany*, **55**, 2427–2436.
316. Jones, H.G. (2014) *Plants and Microclimate: A Quantitative Approach to Environmental Plant Physiology*, 3rd. edition, Cambridge University Press, Cambridge.
317. Jones, H.G., Serraj, R., Loveys, B.R., Xiong, L., Wheaton, A. and Price, A.H. (2009) Thermal infrared imaging of crop canopies for the remote diagnosis and quantification of plant responses to water stress in the field. *Functional Plant Biology*, **36**, 978–979.
318. Kaldenhoff, R., Ribas-Carbo, M., Sans, J.F., Lovisolo, C., Heckwolf, M. and Uehlein, N. (2008) Aquaporins and plant water balance. *Plant, Cell and Environment*, **31**, 658–666.
319. Kalinichenko Valery P., Starcev Victor F. Recycling of poultry litter by method of Biogeosystem technique // International Journal of Environment Problems. 2015. Vol. 1. Is. 1. P. 17-48. National Atmospheric Deposition Program, July 8, 2014. US EPA. <http://www.epa.gov>
320. Kobayashi, T. and Nishizawa, N.K. (2012) Iron uptake, translocation, and regulation in higher plants. *Annual Review of Plant Biology*, **63**, 131–152.
321. Koerber, G.R., Hill, P.W., Edwards-Jones, G. and Jones, D.L. (2010) Estimating the component of soil respiration not dependent on living plant

- roots: comparison of the indirect y-intercept regression approach and direct bare plot approach. *Soil Biology and Biochemistry*, 42, 1835e1841.
322. Koc, A.B., Heinemann, P.H., Crassweller, R.M. & Morrow, C.T. 2000. Automated cycled sprinkler irrigation system for frost protection of apple buds. *Applied Engineering in Agriculture*, 16 (3): 231-240.
  323. Kocsis, L., Varga, Z. and Pernes, G.Y. (2009) Introduction of a lime and drought tolerant rootstock variety. *Acta Horticulturae*, **827**, 465–470.
  324. Kozłowski, T. and Pallardy, S. (2002) Acclimation and adaptive responses of woody plants to environmental stresses. *The Botanical Review*, **68**, 270–334.
  325. Kratsch, H.A. and Wise, R.R. (2000) The ultrastructure of chilling stress. *Plant, Cell and Environment*, **23**, 337–350.
  326. Krasensky, J. and Jonak, C. (2012) Drought, salt, and temperature stress-induced metabolic rearrangements and regulatory networks. *Journal of Experimental Botany*, **63** (4), 1593–1608.
  327. Krysanova, V., Buiteveld, H., Haase, D., Hattermann, F.F., van Niekerk, K., Roest, K., Martinez-Santos, P. and Schlüter, M. (2008) Practices and lessons learned in coping with climatic hazards at the river-basin scale: floods and drought. *Ecology and Society*, **13**, 32.
  328. Kunz A., Blanke, M.M. Effects of climate change on fruit tree physiology - based on 55 years of meteorological and phenological data at Klein-Altendorf, *Acta Hort.* 2016; 1130: 49-54.
  329. Lakhia IA, Gao J, Syed TN, Chandio FA, Buttar NA. Modern plant cultivation technologies in agriculture under controlled environment: A review on aeroponics. *Journal of plant interactions* 2018;13(1):338- 352.
  330. Lambers, H., Chapin, F.S. and Pons, T.L. (1998) *Plant Physiological Ecology*, Springer-Verlag, New York.
  331. Langgut, Dafna & Garfinkel, Yosef. (2022). 7000-year-old evidence of fruit tree cultivation in the Jordan Valley, Israel. *Scientific Reports*. 12. 10.1038/s41598-022-10743-6.

332. Lauk Y. Method for the determination of fertilization times: experiment methodology and data processing // Processing of the Tenth International Conference on Mechanization of Field Experiments (IAEMFE/France`96). – Paris/Versailles, France, July 8-12, 1996. – P. 156-160.
333. Leinonen, I. and Jones, H.G. (2004) Combining thermal and visible imagery for estimating canopy temperature and identifying plant stress. *Journal of Experimental Botany*, **55**, 1423–1431.
334. Leinonen, I., Grant, O.M., Tagliavia, C.P.P., Chaves, M.M. and Jones, H.G. (2006) Estimating stomatal conductance with thermal imagery. *Plant, Cell and Environment*, **29**, 1508–1518.
335. Lens, F., Tixier, A., Cochard, H., Sperry, J., Jansen, S. and Herbette, S. (2013) Embolism resistance as a key mechanism to understand adaptive plant strategies. *Current Opinion in Plant Biology*, **16**, 287–292.
336. Lindsay, W.L. (1984) Soil and plant relationships associated with iron deficiency with emphasis on nutrient interactions. *Journal of Plant Nutrition*, **7**, 489–500.
337. Lisetskii F., Marinina O., Stolba V.F. Indicators of agricultural soil genesis under varying conditions of land use, steppe Crimea // *Geoderma*. 2015a. Vol. 239-240. P. 304-316.
338. Lobell, D.B., Field, C.B., Nicholas Cahill, K., and Bonfils, C. (2006) Impacts of future climate change on California perennial crop yields: model projections with climate and crop uncertainties. *Agricultural and Forest Meteorology*, **141**, 208–218.
339. Loveys, B.R., Stoll, M. and Davies, W.J. (2004) Physiological approaches to enhance water use efficiency in agriculture: exploiting plant signaling in novel irrigation practice, in *Water Use Efficiency in Plant Biology* (ed. M.A. Bacon), University of Lancaster, pp. 113–141.

340. Luedeling, E.; Brown, P.H. A global analysis of the comparability of winter chill models for fruit and nut trees. *Int. J. Biometeorol.* 2011, **55**, 411–421.
341. Luedeling, E.; Girvetz, E.H.; Semenov, M.A.; Brown, P.H. Climate change affects winter chill for temperate fruit and nut trees. *PLoS ONE* 2011, **6**, e20155
342. Luedeling, E.; Zhang, M.; Girvetz, E.H. Climatic changes lead to declining winter chill for fruit and nut trees in California during 1950–2099. *PLoS ONE* 2009, **4**, e6166
343. Lysiak G.P., Kurlus R., Michalska A. (2016): Increasing frost resistance of «Golden Delicious», «Gala» and «Sampion» apple cultivars. *Folia Hort.* 28/2 (2016): 152-135.
344. Mahajan, S. and Tuteja, N. (2005) Cold, salinity and drought stresses: an overview. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, **444**, 139–158.
345. Marguerit, E., Brendel, O., Lebon, E., Van Leeuwen, C. and Ollat, N. (2012) Rootstock control of scion transpiration and its acclimation to water deficit are controlled by different genes. *New Phytologist*, **194**, 416–429.
346. Mass, E.V. and Hoffmann, G.J. (1977) Crop salt tolerance: current assesment. *Journal of Irrigation Drainage Division*, **103**, 115–134.
347. Maurel, C., Verdoucq, L., Luu, D.-T. and Santoni, V. (2008) Plant aquaporins: membrane channels with multiple integrated functions. *Annual Review of Plant Biology*, **59**, 595–624.
348. McCully, M.E. (1999) Roots in soil: unearthing the complexities of roots and their rhizospheres. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, **50**, 695–718.
349. McGill B.J. (2003). "A test of the unified neutral theory of biodiversity". *Nature*. 422 (6934): 881–885. Bibcode: 2003 Natur. 422..881M. doi:10.1038/nature01583. PMID 12692564. S2CID 1627734.
350. McKersie, B.D. and Leshem, Y.Y. (1994) *Stress and Stress Coping in Cultivated Plants*, Dordrecht, The Netherlands, Kluwer.

351. Meron, M., Tsipris, J., Orlov, V., Alchanatis, V. and Cohen, Y. (2010) Crop water stress mapping for site-specific irrigation by thermal imagery and artificial reference surfaces. *Precision Agriculture*, **11**, 148–162.
352. Mirás-Avalos, J.M., Alcobendas, R., Alarcón, J.J., Pedrero, F., Valsesia, P., Lescourret, F., & Nicolás, E.N. (2013). Combined effects of water stress and fruit thinning on fruit and vegetative growth of a very early-maturing peach cultivar: assessment by means of a fruit tree model, QualiTree. *Irrigat. Sci.* 31, 1039–1051. doi: 10.1007/s00271-012-0385-6.
353. Mittler, R. (2006) Abiotic stress, the field environment and stress combination. *Trends in Plant Science*, **11**, 15–19.
354. Moretti, C.L., Mattos, L.M., Calbo, A.G. and Sargent S.A. (2010) Climate change and potential impacts on postharvest quality of fruits and vegetable crops: a review. *Food Research International*, **43**, 1824–1832.
355. Mounzer, O.H.; Conejero, W.; Nicola, E.; Abrisqueta, I.; Tapia, L.M.; Vera, J.; Abrisqueta, J.M.; Ruizsa, M.C. Growth pattern and phenological stages of early-maturing peach trees under a mediterranean climate. *HortScience* 2008, **43**, 1813–1818.
356. Munns, R. and Tester, M. (2008) Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, **59**, 651–681.
357. Nearing, M.A., Pruski, F.F., and O’Neal, M.R. (2004) Expected climate change impacts on soil erosion rates: a review. *Journal of Soil and Water Conservation*, **59** (1), 43–50.
358. Nowak, Arkadiusz & Świerszcz, Sebastian & Naqinezhad, Alireza & Aleksanyan, Alla & Fayvush, George & Kotowski, Marcin & Klichowska, Ewelina & Nobis, Marcin. (2022). Is the vegetation archetype of the Garden of Eden located in the Irano-Turanian region and safe against climate change?. *Regional Environmental Change*. 22. 75. 10.1007/s10113-022-01929-9.

359. Noya I., González-García S., Bacenetti J., Fiala M., Moreira M.T. Environmental impacts of the cultivation-phase associated with agricultural crops for feed production. *J. Clean. Prod.* 2018;172:3721–3733. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.07.132.
360. Okie, W.R.; Blackburn, B. Increasing chilling reduces heat requirement for floral budbreak in peach. *HortScience* 2011, 46, 245–252.
361. Orlowsky, B., Gerstengarbe, F.W. and Werner, P.C. (2008) A resampling scheme for regional climate simulations and its performance compared to a dynamical RCM. *Theoretical and Applied Climatology*, **92**, 209–223.
362. Parmesan, C., Yohe, G. (2003): A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature* 421: 37-42.
363. Passioura, J. (2007) The drought environment: physical, biological and agricultural perspectives. *Journal of Experimental Botany*, **58**, 113–117.
364. Pearce, R.S. (2001) Plant freezing and damage. *Annals of Botany*, **87**, 417–424.
365. Peiling, Lu., Qiang, Y., Jiandong, L., Xuhui, L. (2006): Advance of tree-flowering dates in response to urban climate change. *Agricultural and Forest Meteorology* 138 (1-4): 120-131.
366. Penning de Vries, F., Jansen, D., ten Berge, H. and Bakema, A. (1989) *Simulation of Ecophysiological Processes of Growth in Several Annual Crops*, Pudoc Eds, Wageningen.
367. Penning de Vries, F.W.T. and van Laar, H.H. (eds) (1982) *Simulation of Plant Growth and Crop Production*, Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, 320 pp.
368. Peterson, G.A., Lyon, D.J. and Fenster, C.R. (2012) Valuing long-term field experiments: quantifying the scientific contribution of a long-term tillage experiment. *Soil Science Society of American Journal*, **76**, 757–765.
369. Peterson, T.C. (2005) Climate change indices. *WMO Bulletin*, **54** (2), 83–86.

370. Pope, K.S.; Da Silva, D.; Brown, P.H.; DeJong, T.M. A biologically based approach to modeling spring phenology in temperate deciduous trees. *Agric. For. Meteorol.* 2014, 198–199, 15–23.
371. Powell, A.A. & Himelrick, D.G. 2000. Principles of freeze protection for fruit crops. Alabama Cooperative Extension System, ANR 1057B. (Also available at <http://www.aces.edu>).
372. Proebsting, E.L. Jr. & Mills, H.H. 1978. Low temperature resistance of developing flower buds of six deciduous fruit species. *Journal American Society Horticultural Science*, 103: 192-198.
373. Puffer, R.E. & Turrell, F.M. 1967. Frost protection in citrus. University of California DANR Leaflet AXT-108 (rev).
374. Ribeiro, A.C., de Melo-Abreu, J.P., Gonçalves, D.A. & Snyder, R.L. 2002. Temperature response to the onset of wind machine operation. pp. 317-318, inb: Proceedings of the VII Congress of the European Society for Agronomy. Córdoba, Spain, 15-18 July 2002. European Society for Agronomy, Universidad de Córdoba, Córdoba, Spain.
375. Richard L Snyder, J. Paulo de Melo-Abreu. Frost Protection: fundamentals, practice, and economics. - FAO 2005. Режим доступа: <http://www.fao.org/3/y7223e/y7223e00.htm#Contents>. Дата обращения 17.08.2019
376. Robinson, T. L. (2008a). The evolution towards more competitive apple orchard systems in the USA. *Acta Horticulturae*, 772, 491–500. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.772.81>
377. Rochette, P., Belanger, G., Castonguay, Y., Bootsma, A., Mongrain, D. (2004): Climate change and winter damage to fruit trees in eastern Canada. *Canadian Journal of Plant Science* 84: 1113-1125.
378. Rodrigo, J. 2000. Spring frost in deciduous fruit trees-morphological damage and flower hardiness. *Scientia Horticulturae*, 85(3): 155-173.

379. Rombolà, A. and Tagliavini, M. (2006) Iron nutrition of fruit tree crops, in *Iron Nutrition in Plants and Rhizospheric Microorganisms* (eds L.L. Barton and J. Abadia), Springer, Dordrecht, The Netherlands, pp. 61–83.
380. Roose, M.L., R.K. Soost, and J.W. Cameron. 1995. Citrus (Rutaceae). p. 443–449. In: J. Smartt and N.W. Simmonds (eds.), *Evolution of crop plants*. 2nd ed. Longman Scientific & Technical. Essex, England.
381. Roth, M. 2000. The laws of Hammurabi. p. 335–353. In: W.W. Hallo. *The context of scripture*. Vol II. Brill, Leiden, Boston, Köln.
382. Ruelland, E., Vaultier, M.-N., Zachowski, A., Hurry, V., Kader, J.-C. and Delseny, M. (2009) Cold signaling and cold acclimation in plants, in *Advances in Botanical Research* (eds J.-C. Kader and M. Delseny), Academic Press, London, **49**, 35–150.
383. Ryan, M.G. (1991) Effects of climate change on plant respiration. *Ecology Applied*, **1**, 157–167.
384. Sandor M.E., Aslan C.E., Pejchar L., & Bronstein J.L. (2021). A Mechanistic Framework for Understanding the Effects of Climate Change on the Link Between Flowering and Fruiting Phenology. *Front. Ecol. Evol.* 9:752110. doi: 10.3389/fevo.2021.752110
385. Schachtman, D.P. and Goodger, J.Q.D. (2008) Chemical root to shoot signaling under drought. *Trends in Plant Science*, **13**, 281–287.
386. Schär, C., Vidale, P.L., Lüthi, D., Frei, C., Häberli, C., Liniger, M., and Appenzeller, C. (2004) The role of increasing temperature variability in European summer heat waves. *Nature*, **427**, 332–336.
387. Shao, H.-B., Chu, L.-Y., Jaleel, C.A. and Zhao, C.-X. (2008) Water deficit stress induced anatomical changes in higher plants. *C.R. Biology*, **331**, 215–225.
388. Shen, Y, Oki, T., Utsumi, N., Kanae, S. and Hanasaki, N. (2008) Projection of future world water resources under SRES scenarios: water withdrawal. *Hydrological Sciences*, **53**, 11–33.

389. Sherman WB, Beckman TG, 2003: Climatic adaptation in fruit crops. *Acta Horticulturae* 622, 411-428
390. Scholz Roland W., Amit H. Roy, Fridolin S. Brand, Deborah Hellums, Andrea E. Ulrich (Editors). *Sustainable Phosphorus Management: A Global Transdisciplinary Roadmap*. Springer, 2014. (eBook).
391. Semenov V.F. Climate changing and field experimental practice / V.F. Semenov, V.B. Minin, M.P. Jakushev // *Aspects of Applied Biology* 61. IAMFE/AAB UK 2000: the 11<sup>th</sup> Intern. Conference and Exhibition on Mechanization of Field Experiments, 10-14 July, 2000. – Chemsford: Writtle Colledge, UK, 2000. – P. 113-120.
392. Simmonds, N.W. 1995. Banana: *Musa* (Musaceae). p. 370-375. In: J. Smartt and N.W. Simmonds (eds.), *Evolution of crop plants*. 2nd ed. Longman Scientific & Technical. Essex, England.
393. Sleiman M. Al-Zaidyeen, and Arabi N. S. Al-Qadi Effect of Phosphogypsum as a Waste Material in Soil Stabilization of Pavement Layers // *Jordan Journal of Civil Engineering*. Vol. 9. No. 1. 2015.
394. Sociasi Company, R., Gomez Aparisi, J. and Felipe, A.J. (1995) A genetical approach to iron chlorosis in deceduous fruit trees, in *Iron Nutrition in Soils and Plants* (ed. J. Abadia), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. 167–174.
395. Sparks, T.H., Menzel, A. (2002): Observed changes in seasons: an overview. *International Journal of Climatology* 22 (14):1715-1726.
396. Sperry, J.S., Hacke, U.G., Oren, R. and Comstock, J.P. (2002) Water deficits and hydraulic limits to leaf water supply. *Plant, Cell and Environment*, **25**, 251–263.
397. Sperry, J.S. (1995) Limitations of water transport and their consequences, in *Plant Stems: Physiology and Functional Morphology* (ed. B. Gardner), *Physiological Ecology Series*, Academic Press, pp. 105–120.

398. Stebbins, J.L. (2011). Law of Diminishing Returns. *Science*, 99 2571, 267-71 . DOI:10.1007/978-0-387-09766-4\_2185
399. Steudle, E. (2000) Water uptake by roots: effects of water deficit. *Journal of Experimental Botany*, **51**, 1531–1542.
400. Stoll, M. and Jones, H.G. (2007) Thermal imaging as a viable tool for monitoring plant stress. *Journal International de Vigne et du Vin*, **41**, 77–84.
401. Stott, P.A., Jones, S. and Mitchell, J.F.B. (2003) Do models underestimate the solar contribution to recent climate change? *Journal of Climate Change*, **16**, 4079–4093.
402. Synder R.L.; de Melo-Abreu J.P. Frost Protection: Fundamentals, Practice, and Economics; FAO: Rome, Italy, 2015.
403. Taiz, L. and Zeiger, E. (2002) *Plant Physiology*, 3rd edition, Sinauer Associates, Sunderland, 690 pp.
404. Tardieu, F. (2005) Plant tolerance to water deficit: physical limits and possibilities for progress. *Comptes Rendus Geosciences*, **337**: 57–67.
405. Tardieu, F. (2012). Any trait or trait-related allele can confer drought tolerance: just design the right drought scenario. *Journal of Experimental Botany*, **63**, 25–31.
406. Theocharis, A., Clément, C. and Ait Barka, E. (2012) Physiological and molecular changes in plants grown at low temperatures. *Planta*, **235** 1091–1105.
407. Toma M., M.E. Sumner, G. Weeks and M. Saigusa. Long-term Effects of Gypsum on Crop Yield and Subsoil Chemical Properties // Soil Science Society of America Journal. 1998. Vol. 63 No. 4. P. 891-895.
408. Thomashow, M.F. (1999) Plant cold acclimation: freezing tolerance genes and regulatory mechanisms. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, **50**, 571–599.
409. Tombesi, S., Johnson, R.S., Day, K.R. and DeJong, T.M. (2010) Interactions between rootstock, inter-stem and scion xylem vessel characteristics of peach

- trees growing on rootstocks with contrasting size-controlling characteristics. *AoB Plants*, 2010, **plq013**.
410. Tubiello, F. and Fischer, G. (2007) Reducing climate change impacts on agriculture: global and regional effects of mitigation, 2000–2080. *Technology and Forecasting Social Change*, **74**, 1030–1056.
  411. Turner, A. D. (1962). THE HISTORY AND DEVELOPMENT OF STRAWBERRY GROWING IN THE CHEDDAR AREA. *Scientific Horticulture*, **16**, 80–86. <http://www.jstor.org/stable/45126155>
  412. Unterberger C., Brunner L., Nabernegg S., Steininger K.W., Steiner A.K., Stabentheiner E., Monschein S., Truhetz H. Spring frost risk for regional apple production under a warmer climate. *PLoS One*. 2018 Jul 25;13(7):e0200201. doi: 10.1371/journal.pone.0200201. PMID: 30044808; PMCID: PMC6059414.
  413. Wahid, A., Gelani, S., Ashraf, M. and Foolad, M.R. (2007) Heat tolerance in plants: an overview. *Environmental and Experimental Botany*, **61**, 199–223.
  414. Walther, G.R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T.J., Fromentin, J., Hoegh Guldberg, O., Bairelein, F. (2002): Ecological response to recent climate change. *Nature* 416: 389-395.
  415. Wang, C.Y. & Wallace, H.A. 2003. Chilling and freezing injury. In: K.C Gross, C.Y. Wang and M. Saltveit (eds). *The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks*. USDA Handbook Number, No. 66. See: <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/index.html> (downloaded 8 November 2002).
  416. Wang, X., Yang, W., Wheaton, A., Cooley, N. and Moran, B. (2010) Automated canopy temperature estimation via infrared thermography: a first step towards automated plant water stress monitoring. *Computers and Electronics and Agriculture*, **73**, 74–83.

417. Wiegolaski, F.E. (1999): Starting dates and basic temperatures in phenological observations of plants. *International Journal of Biometeorology* 42(3): 158-168.
418. Wolfe, D.W., Schwartz, M.D., Lakso, A.N., Otsuki, Y., Pool, R.M., and Shaulis, N.J. (2005) Climate change and shifts in spring phenology of three horticultural woody perennials in northeastern USA. *International Journal of Biometeorology*, **49**, 303–309
419. Yeo, A. (1998) Predicting the interaction between the effects of salinity and climate change on crop plants. *Scientia Horticulturae*, **78**, 159–174.
420. Yuan, X., E.F. Wood, and M. Liang. Integrating weather and climate prediction: towards seamless hydrologic forecasting. *Geophys. Res. Lett.* Vol. 41. Is. 16. 28 August 2014. P. 5890-5895.
421. Zachariassen, K.E. and Kristiansen, E. (2000) Ice nucleation and antinucleation in nature. *Cryobiology*, **41**, 257–279.
422. Zinoni F, Rossi, F., Pitacco, A. & Brunetti, A. 2002a. Metodi di previsione e difesa dalle gelate tardive. Bologna, Italy: Calderoni Edagricole. 171p.
423. Zhu, J.K. (2002) Salt and drought stress signal transduction in plants. *Annual Review of Plant Biology*, **53**, 247–273.
424. Zhu Y.S., Yang G., Yang H., Guo L., Xu B., Li Z., Han S., Zhu X., Li Z., & Jones G. (2022). Forecasting regional apple first flowering using the sequential model and gridded meteorological data with spatially optimized calibration. *Comput. Electron. Agric.*, 196, 106869.
425. Zohary, Daniel, Maria Hopf, and Ehud Weiss, *Domestication of Plants in the Old World: The origin and spread of domesticated plants in Southwest Asia, Europe, and the Mediterranean Basin*, 4th edn (Oxford, 2012; online edn, Oxford Academic, 8 May 2015), <https://doi.org/10.1093/acprof:osobl/9780199549061.001.0001>, accessed 1 Sept. 2022.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ**

## Приложение А1

Исходные данные к проведению дисперсионного анализа изучения урожайности насаждений яблони в зависимости от внесения химических мелиорантов при закладке сада. (к таблице 3)

| вариант                                                          | год  | Повторности |       |       | Урожайность,<br>ц/га |
|------------------------------------------------------------------|------|-------------|-------|-------|----------------------|
|                                                                  |      | 1           | 2     | 3     |                      |
| Без внесения мелиорантов                                         | 2015 | 40,8        | 45,9  | 15,3  | 34,00                |
|                                                                  | 2016 | 88,4        | 132,6 | 198,9 | 140,00               |
|                                                                  | 2017 | 166,7       | 187,5 | 166,7 | 173,60               |
|                                                                  | 2018 | 168,7       | 216,9 | 168,7 | 184,80               |
| Гранулированная сера, 1т/га                                      | 2015 | 32,4        | 48,6  | 27,0  | 36,00                |
|                                                                  | 2016 | 182,7       | 365,3 | 274,0 | 274,00               |
|                                                                  | 2017 | 310,2       | 413,7 | 344,7 | 356,20               |
|                                                                  | 2018 | 361,7       | 406,9 | 316,5 | 361,68               |
| Гранулированная сера, 1т/га с посевом горчицы в междурядьях сада | 2015 | 35,7        | 31,7  | 43,6  | 37,00                |
|                                                                  | 2016 | 193,8       | 387,5 | 348,8 | 310,00               |
|                                                                  | 2017 | 553,8       | 332,3 | 332,3 | 406,10               |
|                                                                  | 2018 | 401,8       | 401,8 | 452,0 | 418,50               |
| Фосфогипс, 20 т/га                                               | 2015 | 29,1        | 34,0  | 38,9  | 34,00                |
|                                                                  | 2016 | 213,0       | 213,0 | 213,0 | 213,00               |
|                                                                  | 2017 | 101,4       | 456,5 | 253,6 | 270,51               |
|                                                                  | 2018 | 221,5       | 387,7 | 221,5 | 276,90               |
| Без внесения мелиорантов                                         | 2015 | 31,5        | 31,5  | 36,0  | 33,00                |
|                                                                  | 2016 | 160,0       | 160,0 | 160,0 | 160,00               |
|                                                                  | 2017 | 226,7       | 141,7 | 226,7 | 198,40               |
|                                                                  | 2018 | 35,2        | 281,6 | 316,8 | 211,20               |
| Гранулированная сера, 1т/га                                      | 2015 | 40,5        | 40,5  | 27,0  | 36,00                |
|                                                                  | 2016 | 252,0       | 283,5 | 283,5 | 273,00               |
|                                                                  | 2017 | 368,6       | 368,6 | 327,6 | 354,90               |
|                                                                  | 2018 | 245,7       | 393,1 | 442,3 | 360,36               |
| Гранулированная сера, 1т/га с посевом горчицы в междурядьях сада | 2015 | 35,2        | 35,2  | 39,1  | 36,50                |
|                                                                  | 2016 | 419,1       | 326,0 | 232,9 | 326,00               |
|                                                                  | 2017 | 720,7       | 480,4 | 80,1  | 427,06               |
|                                                                  | 2018 | 406,2       | 101,6 | 812,5 | 440,10               |
| Фосфогипс, 20 т/га                                               | 2015 | 39,9        | 39,9  | 22,2  | 34,00                |
|                                                                  | 2016 | 209,5       | 235,7 | 235,7 | 227,00               |
|                                                                  | 2017 | 338,4       | 300,8 | 225,6 | 288,29               |
|                                                                  | 2018 | 306,5       | 306,5 | 272,4 | 295,10               |
| Без внесения мелиорантов                                         | 2015 | 33,2        | 29,5  | 33,2  | 32,00                |
|                                                                  | 2016 | 176,6       | 154,6 | 220,8 | 184,00               |
|                                                                  | 2017 | 256,7       | 228,2 | 199,6 | 228,16               |
|                                                                  | 2018 | 260,2       | 234,2 | 234,2 | 242,88               |
| Гранулированная сера, 1т/га                                      | 2015 | 26,4        | 39,6  | 33,0  | 33,00                |
|                                                                  | 2016 | 200,8       | 258,1 | 258,1 | 239,00               |
|                                                                  | 2017 | 322,7       | 286,8 | 322,7 | 310,70               |
|                                                                  | 2018 | 215,1       | 387,2 | 344,2 | 315,48               |

| вариант                                                                 | год  | Повторности |       |       | Урожайность,<br>ц/га |
|-------------------------------------------------------------------------|------|-------------|-------|-------|----------------------|
|                                                                         |      | 1           | 2     | 3     |                      |
| Гранулированная сера, 1 т/га с<br>посевом горчицы в междурядьях<br>сада | 2015 | 35,5        | 39,9  | 26,6  | 34,00                |
|                                                                         | 2016 | 436,9       | 242,7 | 388,4 | 356,00               |
|                                                                         | 2017 | 466,4       | 466,4 | 466,4 | 466,36               |
|                                                                         | 2018 | 524,3       | 524,3 | 393,2 | 480,60               |
| Фосфогипс, 20 т/га                                                      | 2015 | 32,0        | 32,0  | 32,0  | 32,00                |
|                                                                         | 2016 | 266,3       | 177,5 | 207,1 | 217,00               |
|                                                                         | 2017 | 318,0       | 222,6 | 286,2 | 275,59               |
|                                                                         | 2018 | 120,9       | 362,7 | 362,7 | 282,10               |

Результаты дисперсионного анализа изучения урожайности насаждений яблони в зависимости от внесения химических мелиорантов при закладке сада. (к таблице 3)

| Факторы                                    | Доля фактора | F <sub>факт</sub> | F <sub>05</sub><br>(теор) | НСР <sub>05</sub> | Различия<br>существенны |
|--------------------------------------------|--------------|-------------------|---------------------------|-------------------|-------------------------|
| А (сорт)                                   | 0,1          | 0,25              | 1,75                      | 38,49             |                         |
| В (мелиорант)                              | 14,1         | 18,48             | 1,74                      | 44,44             | *                       |
| С (влияние года)                           | 55,7         | 72,78             | 1,74                      | 44,44             | *                       |
| Взаимодействие факторов АВ                 | 0,7          | 0,45              | 1,73                      | 88,89             |                         |
| Взаимодействие факторов АС                 | 0,1          | 0,04              | 1,73                      | 76,98             |                         |
| Взаимодействие факторов ВС                 | 0            | 0                 | 1,71                      | 76,98             | *                       |
| Взаимодействие факторов АВС                | 0            | 0                 | 1,67                      | 76,98             | *                       |
| Для оценки существенности частных различий |              |                   |                           | 153,96            |                         |

**РЕГРЕССИОННАЯ МОДЕЛЬ**  
**Влияния почвенных условий, возраста насаждений и**  
**теплообеспеченности территорий на продуктивность насаждений яблони**

Информация о файле: melioranty na jablone

X1 – урожайность, ц/га;

X2 – возраст деревьев, полных лет;

X3 – pH почвы;

X4 – содержание активной извести, %;

X5 – теплообеспеченность, сумма температур выше 10 °С;

УРАВНЕНИЕ РЕГРЕССИИ:

$$X1 = -489.76 - 432.33/X2 + 5758.55/X3 - 1419.67/X4 + 1014934.23/X5$$

КОЭФФ. МНОЖЕСТВЕННОЙ КОРРЕЛЯЦИИ  $R=0.9335$

F - КРИТЕРИЙ ЗНАЧИМОСТИ УРАВНЕНИЯ РЕГРЕССИИ  $F=72.8232$   
 (табличное значение  $F=2.5950$ )

**СТАНДАРТНЫЕ ОШИБКИ И ОЦЕНКИ ЗНАЧИМОСТИ (t -**  
**КРИТЕРИЙ) КОЭФФИЦИЕНТОВ РЕГРЕССИИ РЕГРЕССИИ**

|                    | a1      | a2       | a3       | a4          |
|--------------------|---------|----------|----------|-------------|
| Стандартная ошибка | 25.4746 | 634.6609 | 485.9205 | 560805.0739 |
| Оценка             | 16.971  | 9.073    | 2.922    | 1.810       |

Статистический отчёт о базе данных

| Переменная | Среднее  | Медиана  | Коэффициент вариации, % | Среднее квадратическое отклонение | Ошибки среднего |
|------------|----------|----------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------|
| X1         | 228.251  | 240.940  | 59.365                  | 135.503                           | 19.558          |
| X2         | 2.500    | 2.500    | 44.721                  | 1.118                             | 0.161           |
| X3         | 7.844    | 7.800    | 9.082                   | 0.712                             | 0.103           |
| X4         | 27.375   | 29.000   | 29.476                  | 8.069                             | 1.165           |
| X5         | 3901.475 | 3887.900 | 5.174                   | 201.865                           | 29.137          |

| Переменная | Минимум  | Максимум | Асимметрия | Эксцесс |
|------------|----------|----------|------------|---------|
| X1         | 32.000   | 480.600  | -0.124     | -1.025  |
| X2         | 1.000    | 4.000    | 0.000      | -1.360  |
| X3         | 7.000    | 8.600    | 0.006      | -1.944  |
| X4         | 12.000   | 36.000   | -0.339     | -1.389  |
| X5         | 3636.500 | 4193.600 | 0.183      | -1.156  |

Корреляционная матрица

|    |                                                  | X2    | X3     | X4     | X5    |
|----|--------------------------------------------------|-------|--------|--------|-------|
| X1 | урожайность, ц/га                                | 0.771 | -0.300 | -0.197 | 0.671 |
| X2 | возраст деревьев, полных лет                     | 1.000 | 0.075  | 0.173  | 0.860 |
| X3 | pH почвы                                         | 0.075 | 1.000  | 0.957  | 0.068 |
| X4 | содержание активной извести, %                   | 0.173 | 0.957  | 1.000  | 0.149 |
| X5 | теплообеспеченность, сумма температур выше 10 °C | 0.860 | 0.068  | 0.149  | 1.000 |

**РЕГРЕССИОННАЯ МОДЕЛЬ****Влияния pH почвенного раствора на продуктивность насаждений яблони**

Информация о файле: melioranty na jablone

X1 – урожайность, ц/га;

X3 – pH почвы.

УРАВНЕНИЕ РЕГРЕССИИ:

$$X1 = -549085.38 + 212147.11 * X3 - 27223.83 * X3^2 + 1160.77 * X3^3$$

КОЭФФ. МНОЖЕСТВЕННОЙ КОРРЕЛЯЦИИ R= 0.6850

F - КРИТЕРИЙ ЗНАЧИМОСТИ УРАВНЕНИЯ РЕГРЕССИИ F= 12.9681  
(табличное значение F= 2.8200)

**СТАНДАРТНЫЕ ОШИБКИ И ОЦЕНКИ ЗНАЧИМОСТИ (t -  
КРИТЕРИЙ) КОЭФФИЦИЕНТОВ РЕГРЕССИИ РЕГРЕССИИ**

|                    | a1        | a2        | a3        |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|
| Стандартная ошибка | 20.8909   | 1.3313    | 0.1128    |
| Оценка             | 10154.992 | 20449.361 | 10292.816 |

**Статистический отчёт о базе данных**

| Переменная | Среднее | Медиана | Коэффициент<br>вариации, % | Среднее<br>квадратическое<br>отклонение | Ошибки<br>среднего |
|------------|---------|---------|----------------------------|-----------------------------------------|--------------------|
| X1         | 228.251 | 240.940 | 59.365                     | 135.503                                 | 19.558             |
| X3         | 7.844   | 7.800   | 9.082                      | 0.712                                   | 0.103              |

| Переменная | Минимум | Максимум | Асимметрия | Эксцесс |
|------------|---------|----------|------------|---------|
| X1         | 32.000  | 480.600  | -0.124     | -1.025  |
| X3         | 7.000   | 8.600    | 0.006      | -1.944  |

**Корреляционная матрица**

|    |                   | X3     |
|----|-------------------|--------|
| X1 | урожайность, ц/га | -0.300 |
| X3 | pH почвы          | 1.000  |

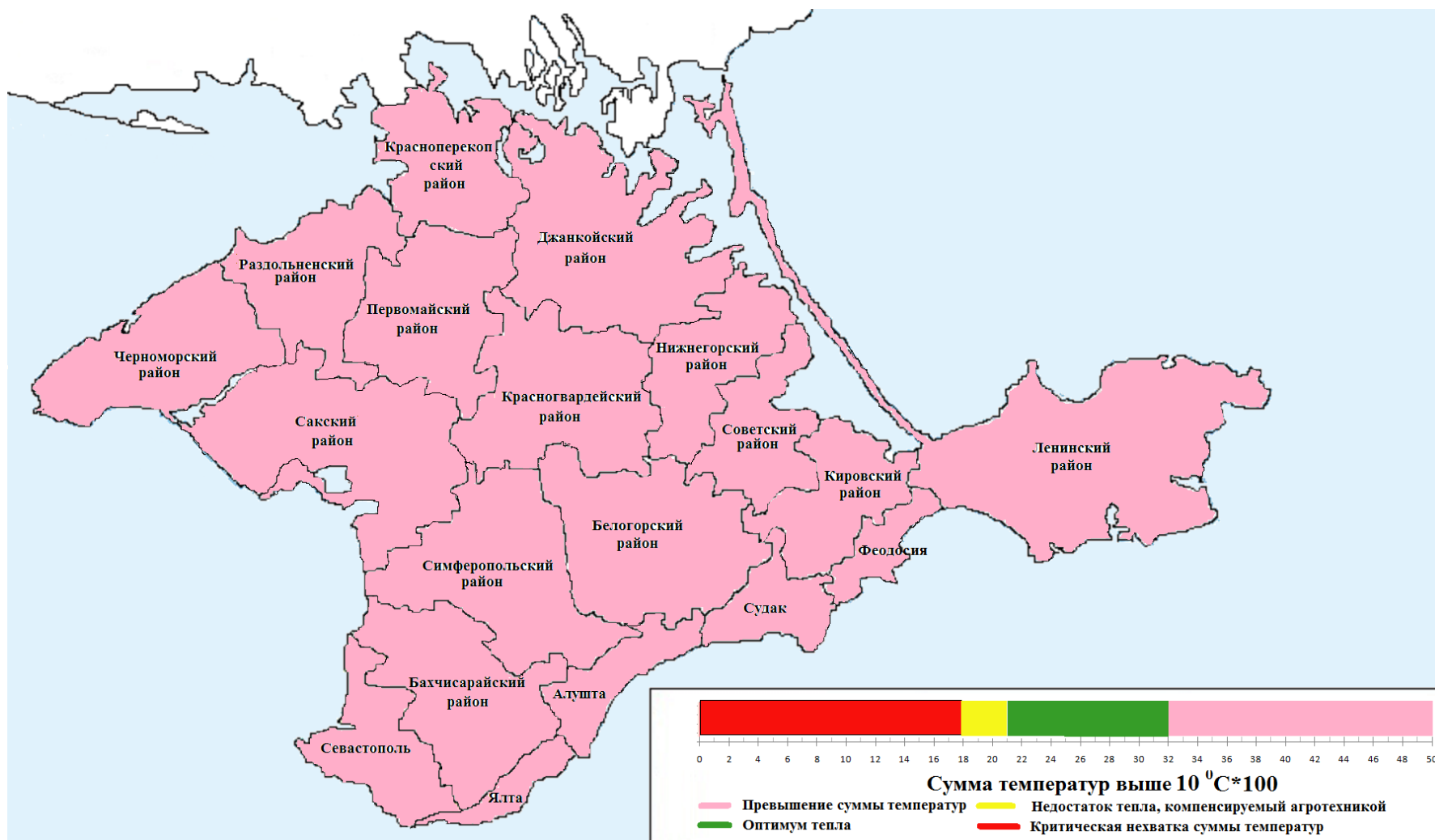


Рисунок. Оптимизация размещения сортов яблони летнего срока созревания по сумме температур выше 10 °С

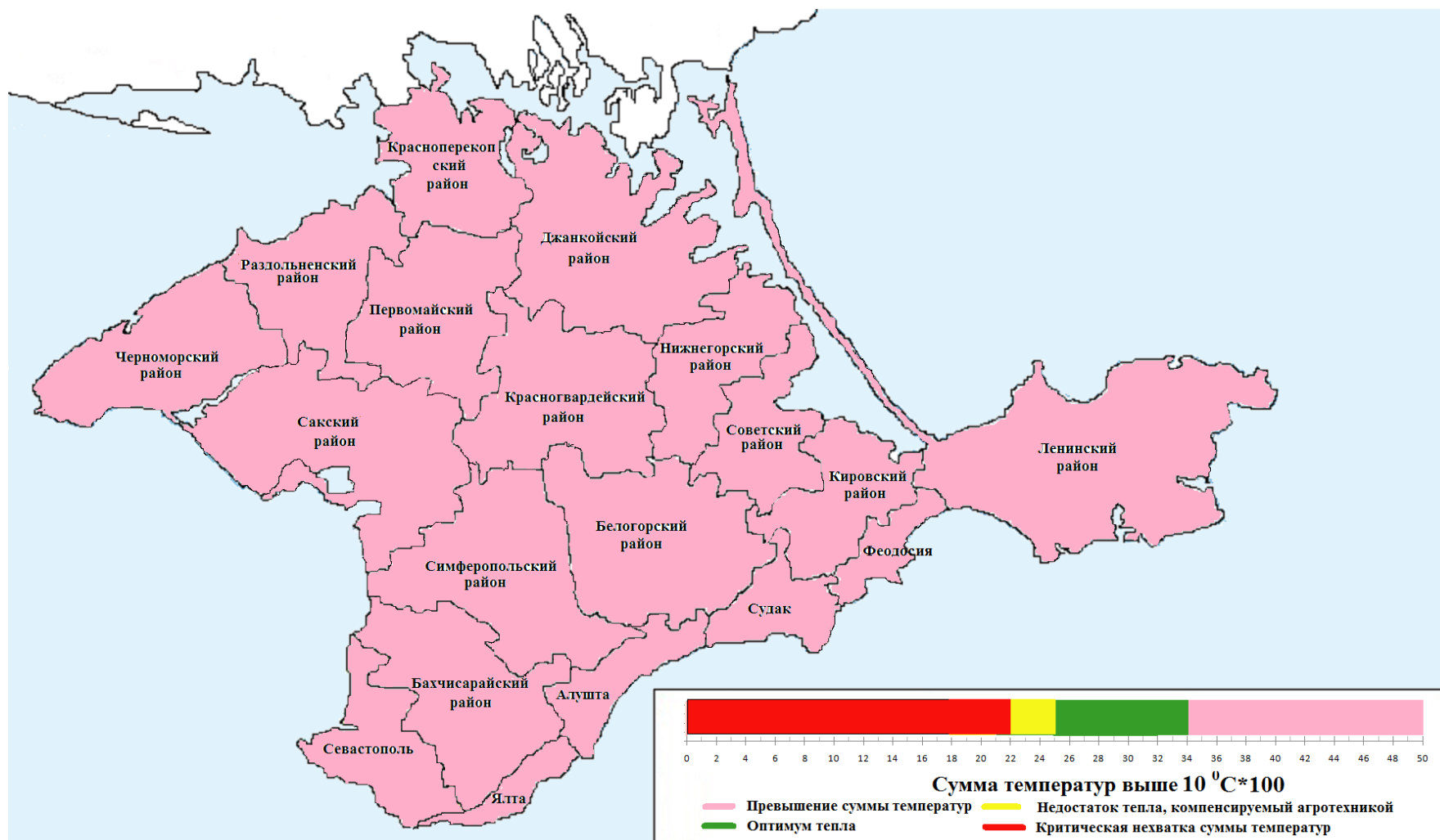


Рисунок. Оптимизация размещения сортов яблони осеннего срока созревания, груши летнего срока созревания и вишни по сумме температур выше 10 °C

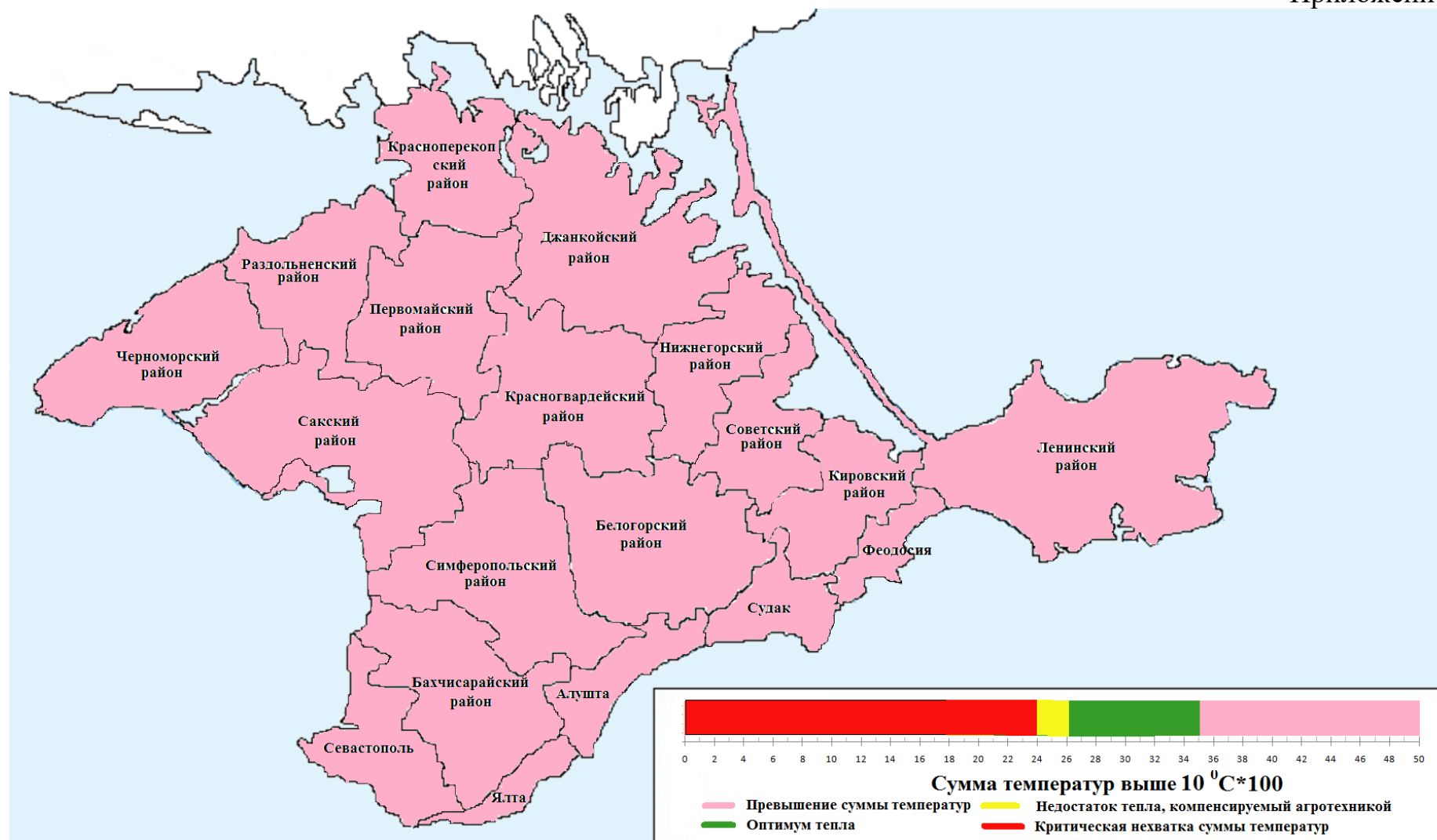


Рисунок. Оптимизация размещения сортов яблони зимнего срока созревания и груши осеннего срока созревания по сумме температур выше 10 °С

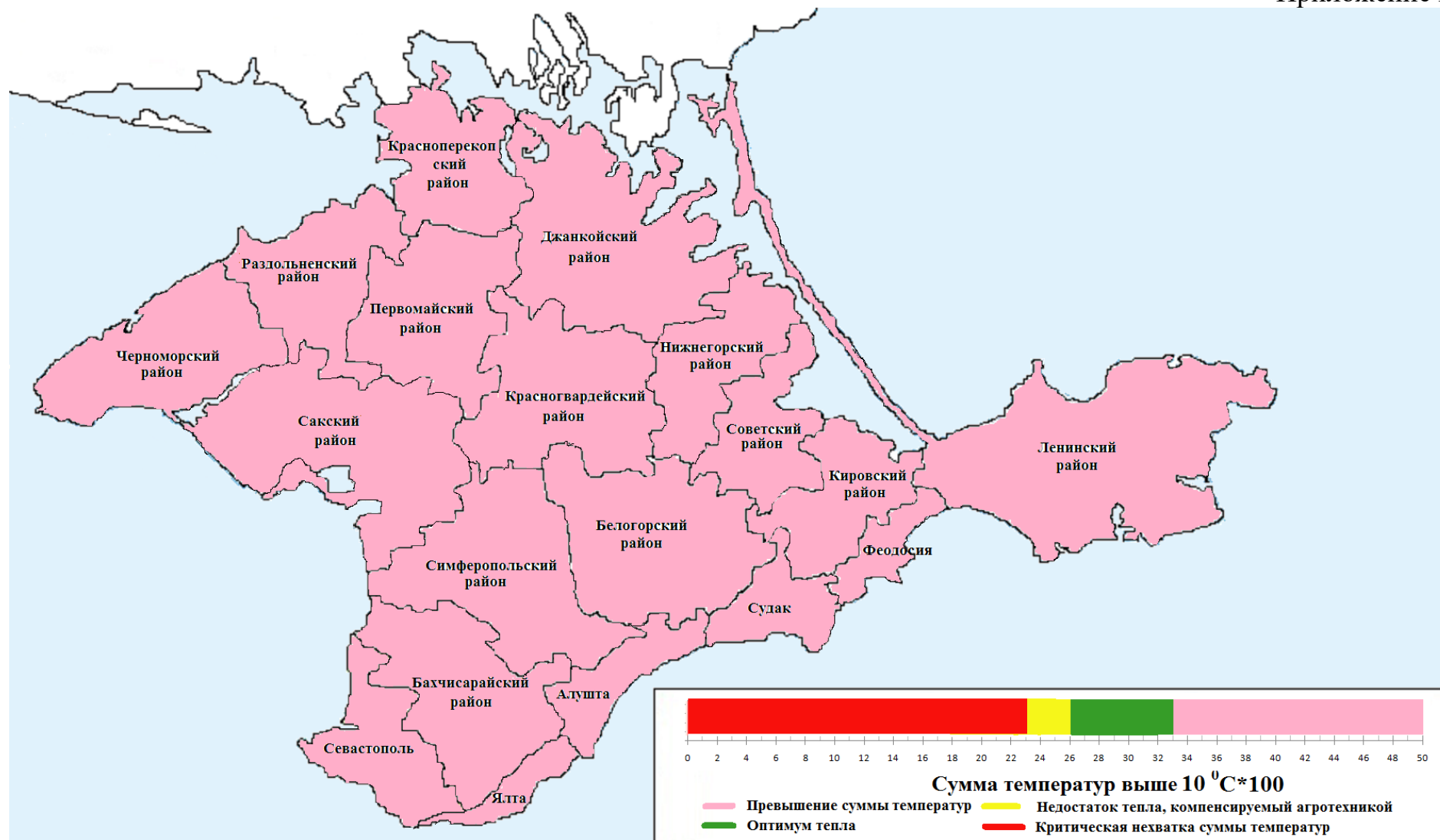


Рисунок. Оптимизация размещения черешни по сумме температур выше 10 °С

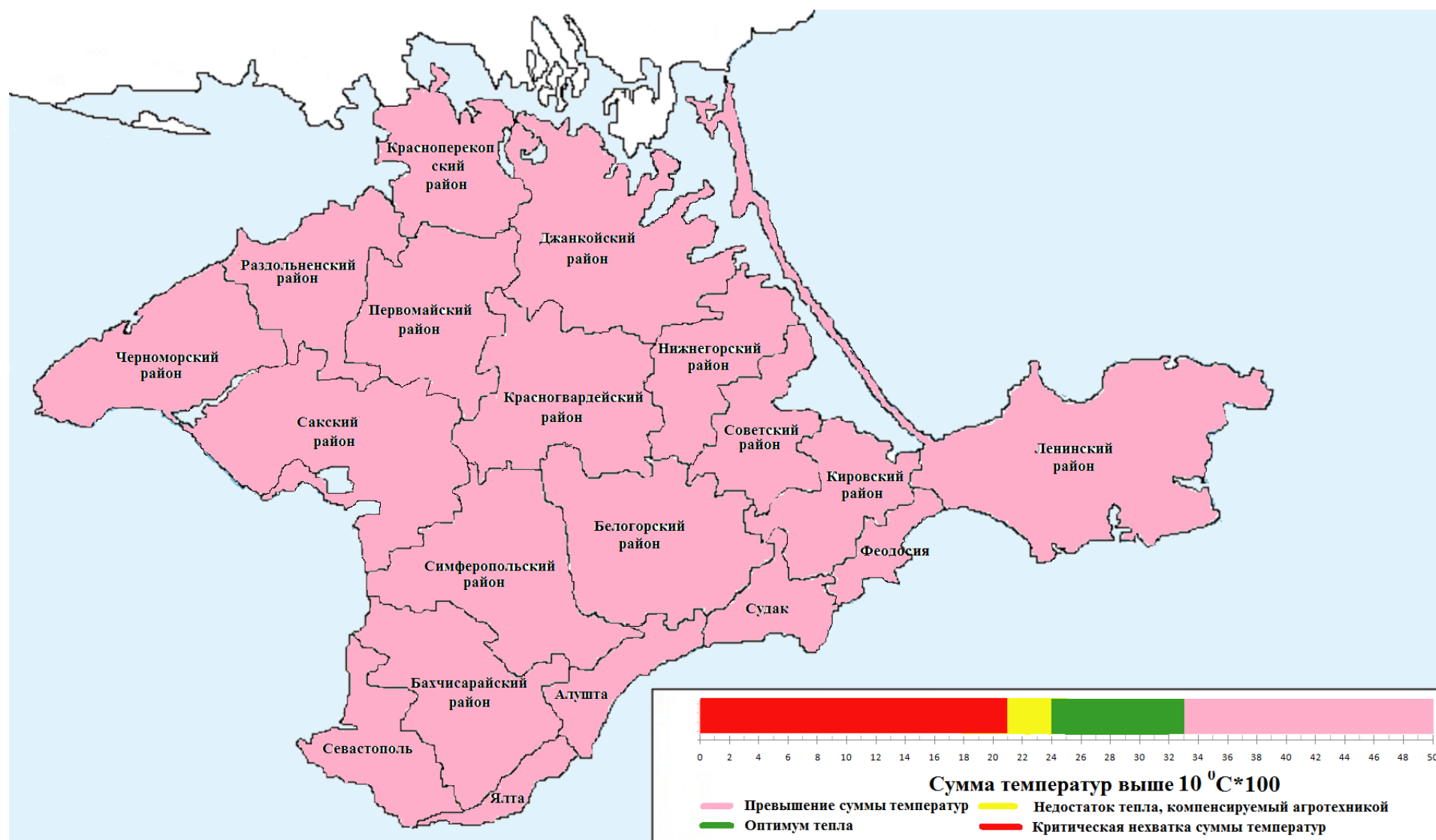


Рисунок. Оптимизация размещения сливы по сумме температур выше 10 °С

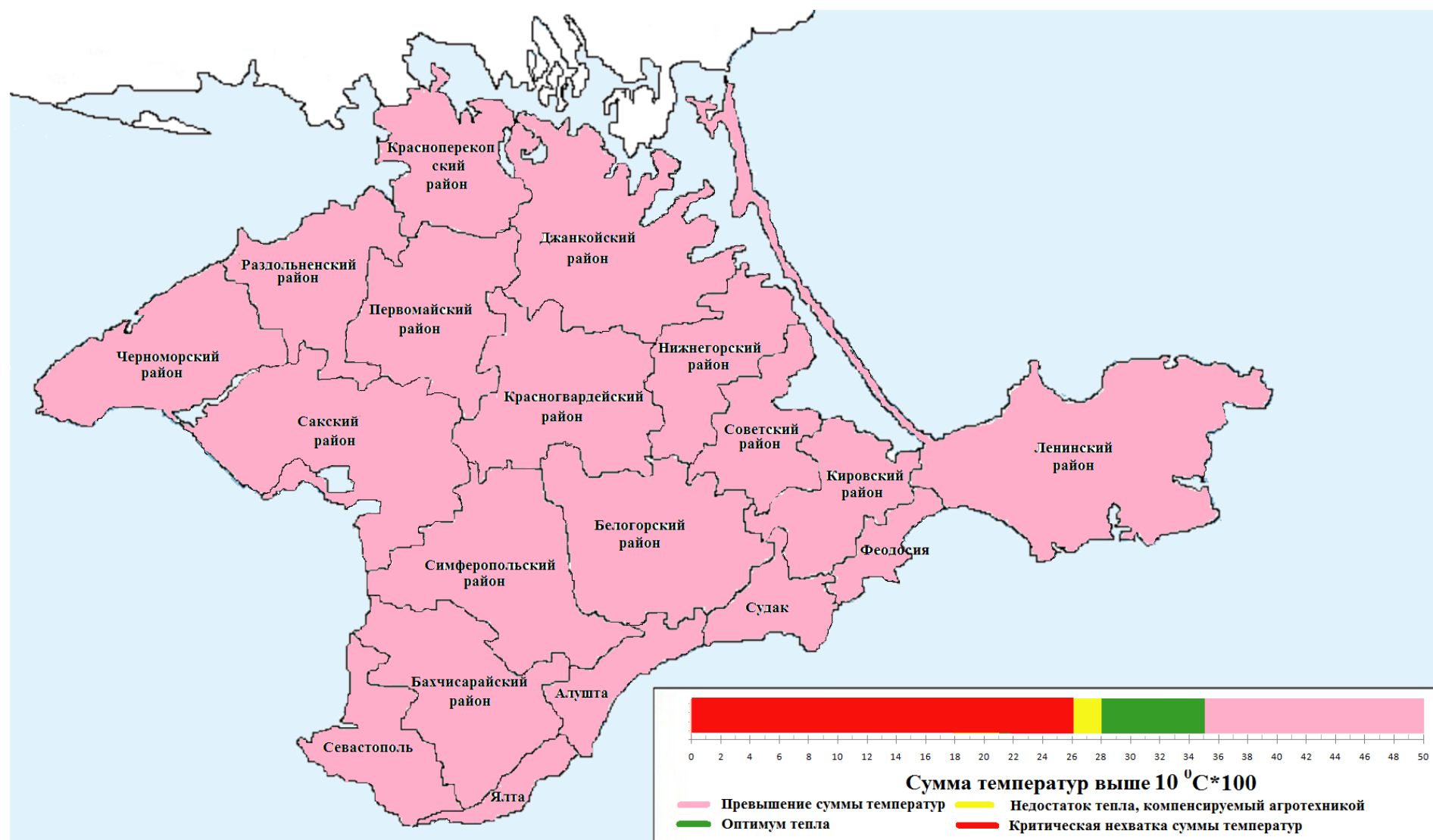


Рисунок. Оптимизация размещения абрикоса по сумме температур выше 10 °С

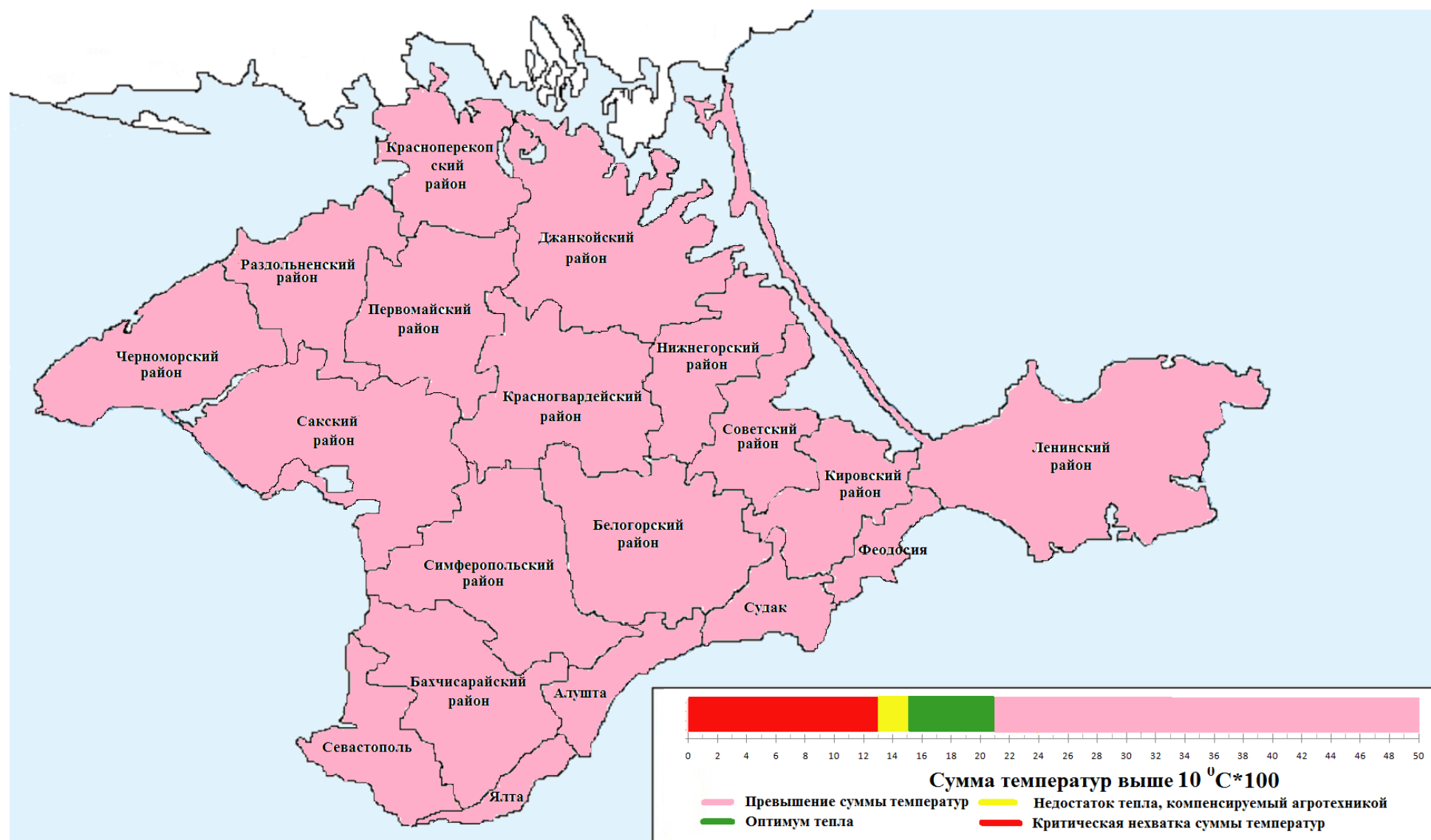


Рисунок. Оптимизация размещения крыжовника по сумме температур выше 10 °C

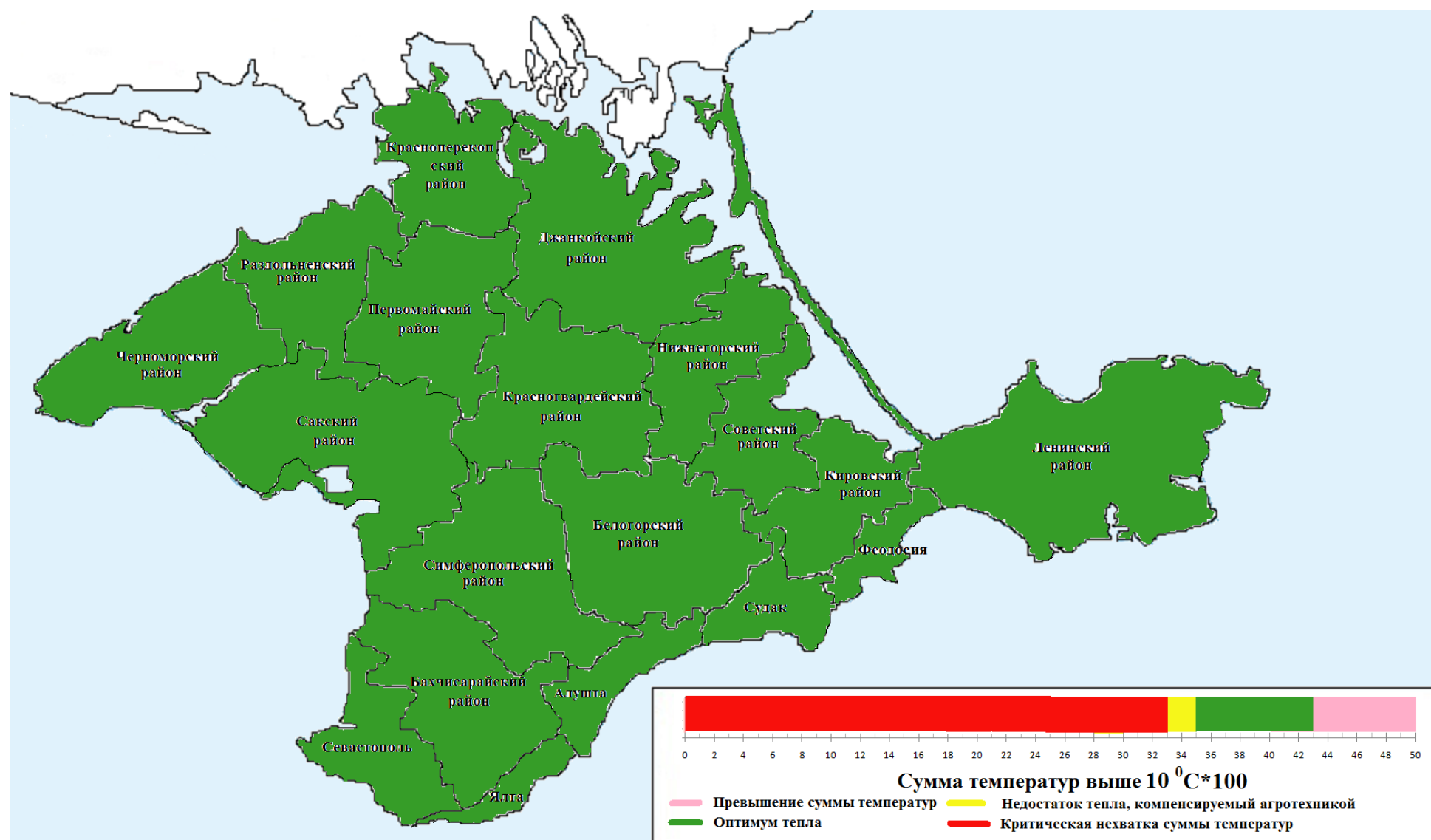


Рисунок. Оптимизация размещения миндаля по сумме температур выше 10<sup>0</sup>С

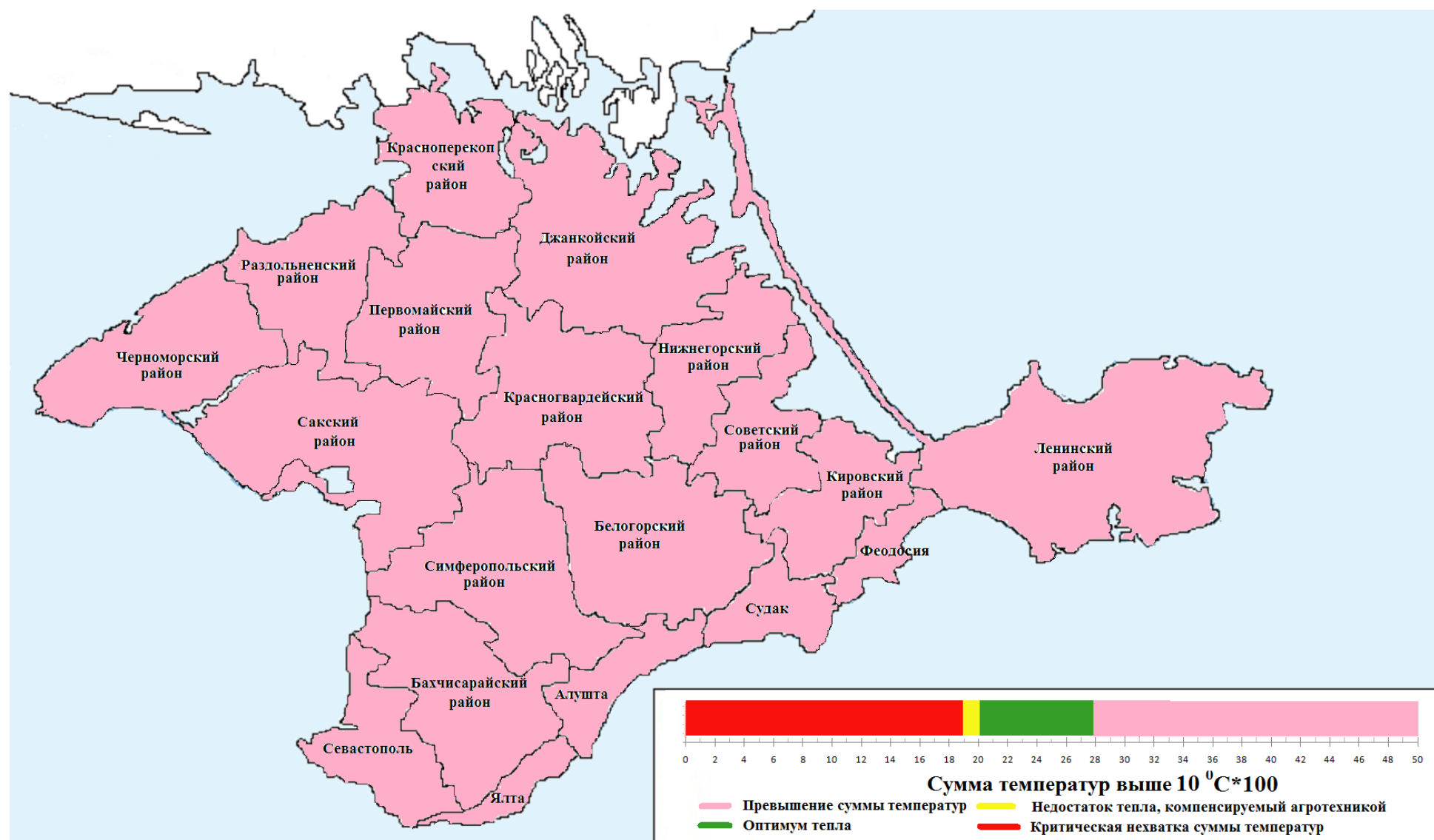


Рисунок. Оптимизация размещения облепихи по сумме температур выше 10 °С

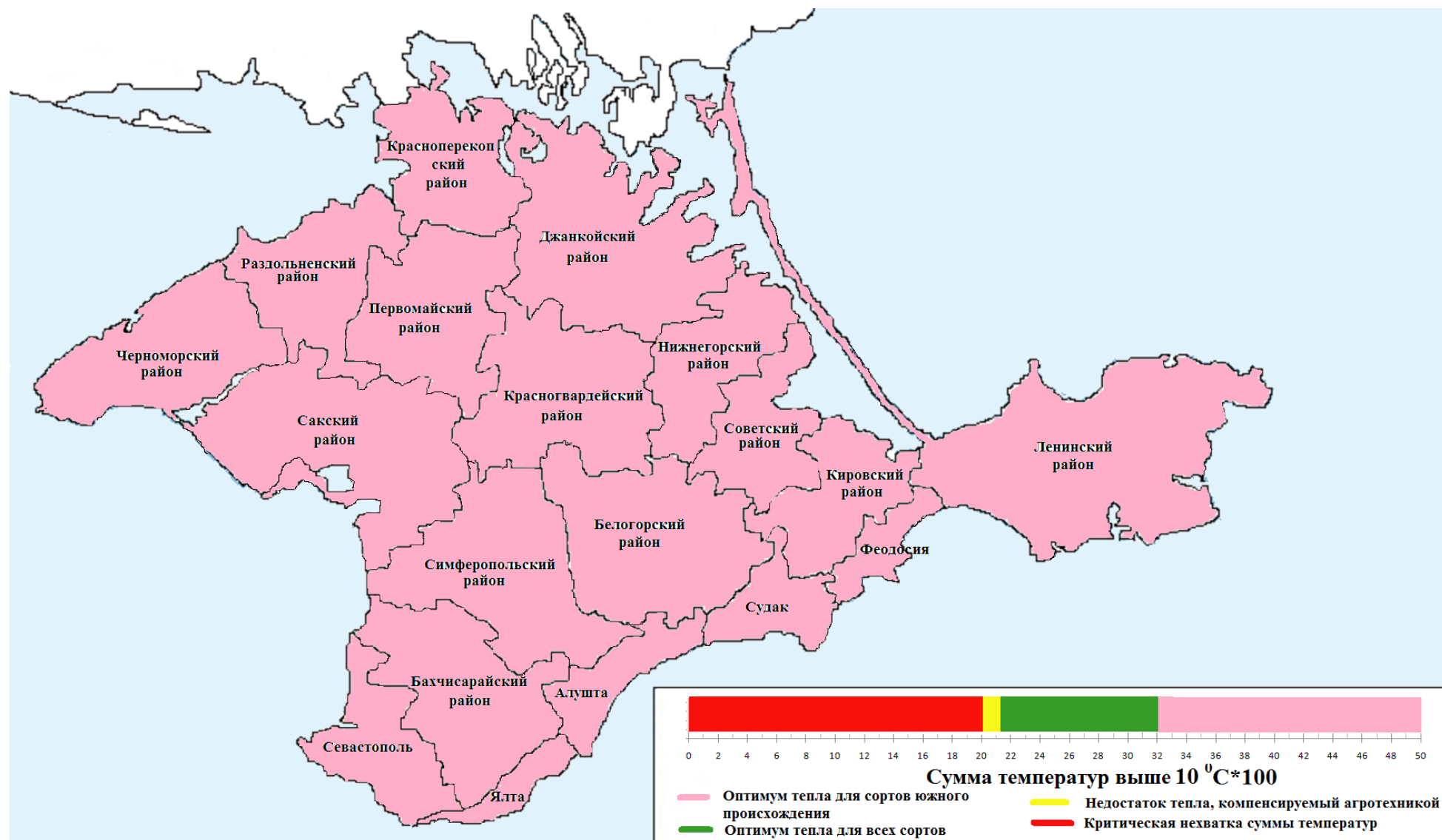


Рисунок. Оптимизация размещения ореха грецкого по сумме температур выше 10 °С

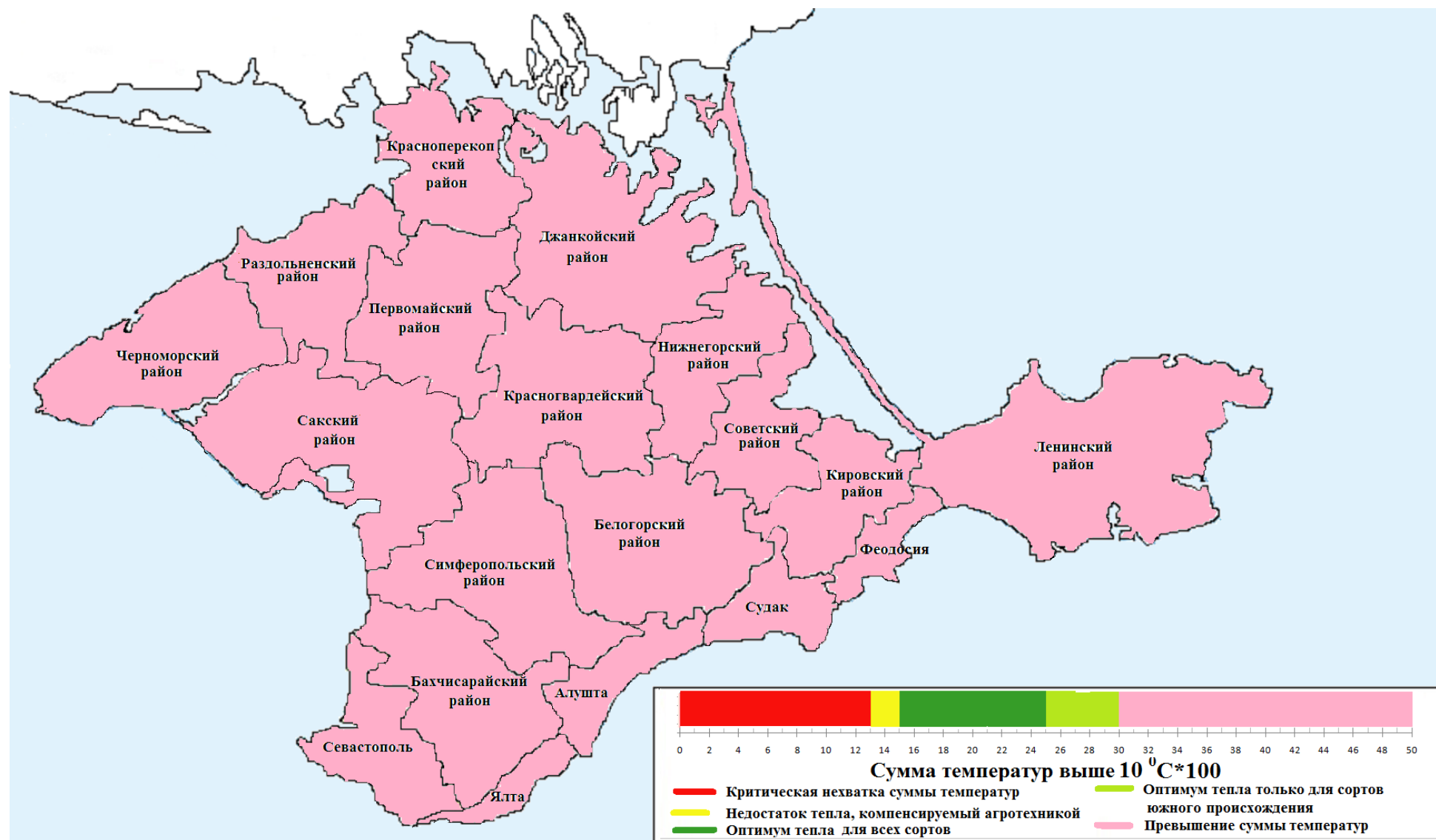


Рисунок. Оптимизация размещения смородины красной по сумме температур выше 10 °C

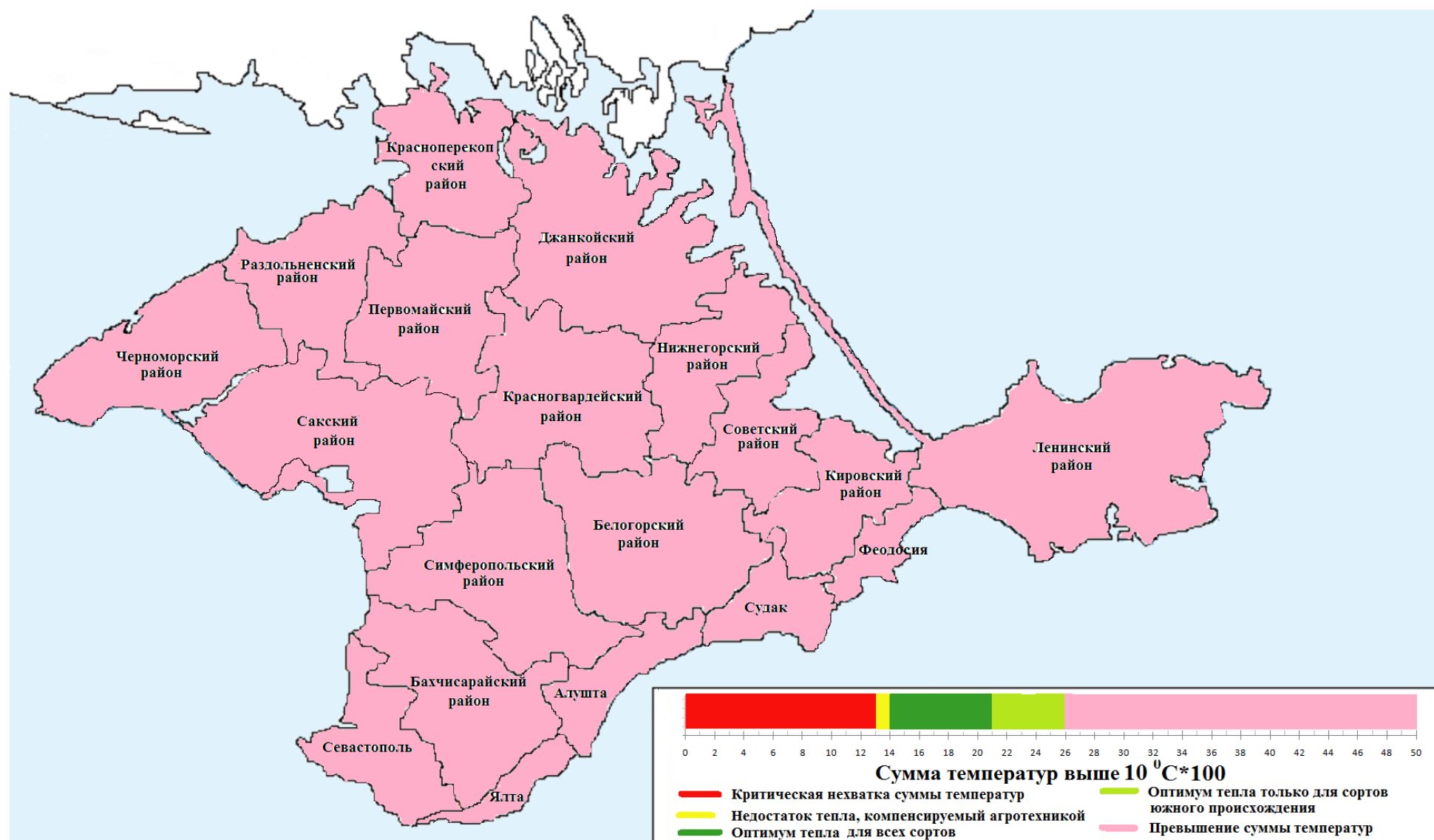


Рисунок. Оптимизация размещения смородины чёрной по сумме температур выше 10 °С

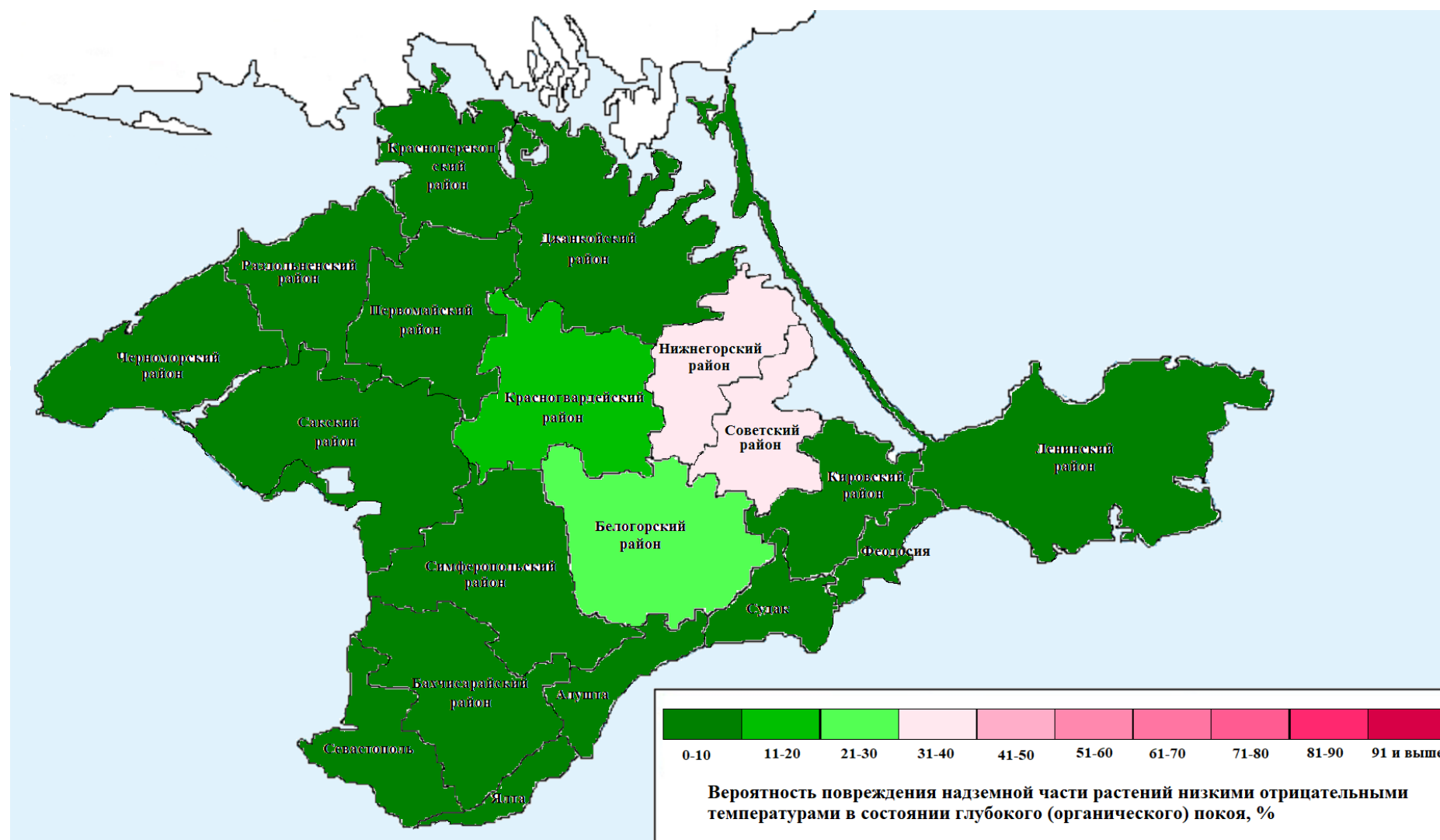


Рисунок. Карта вероятностей повреждения зимними минимальными температурами абрикоса южного происхождения на территории Республики Крым

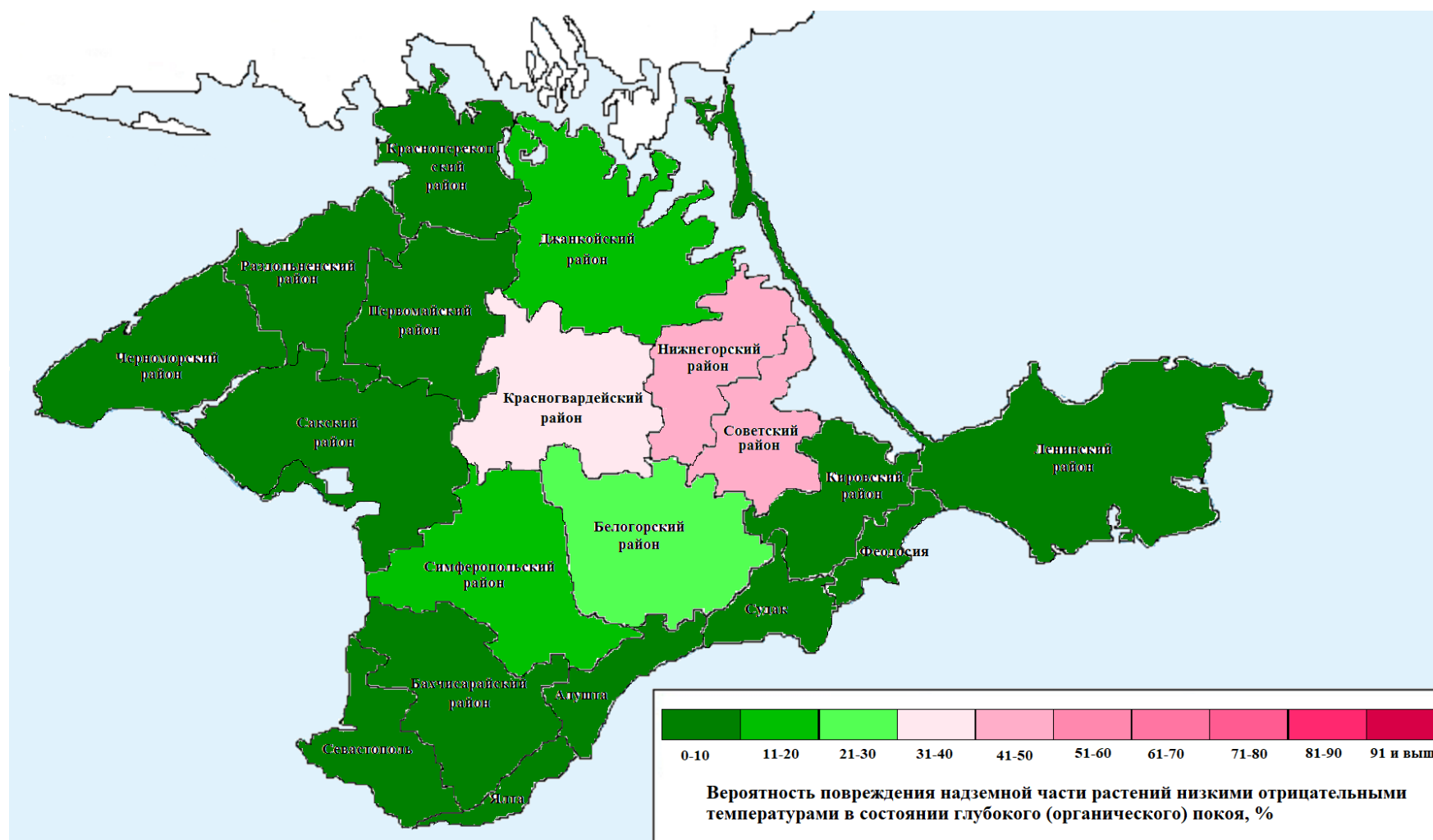


Рисунок. Карта вероятностей повреждения зимними минимальными температурами алычи теплолюбивых сортов на территории Республики Крым

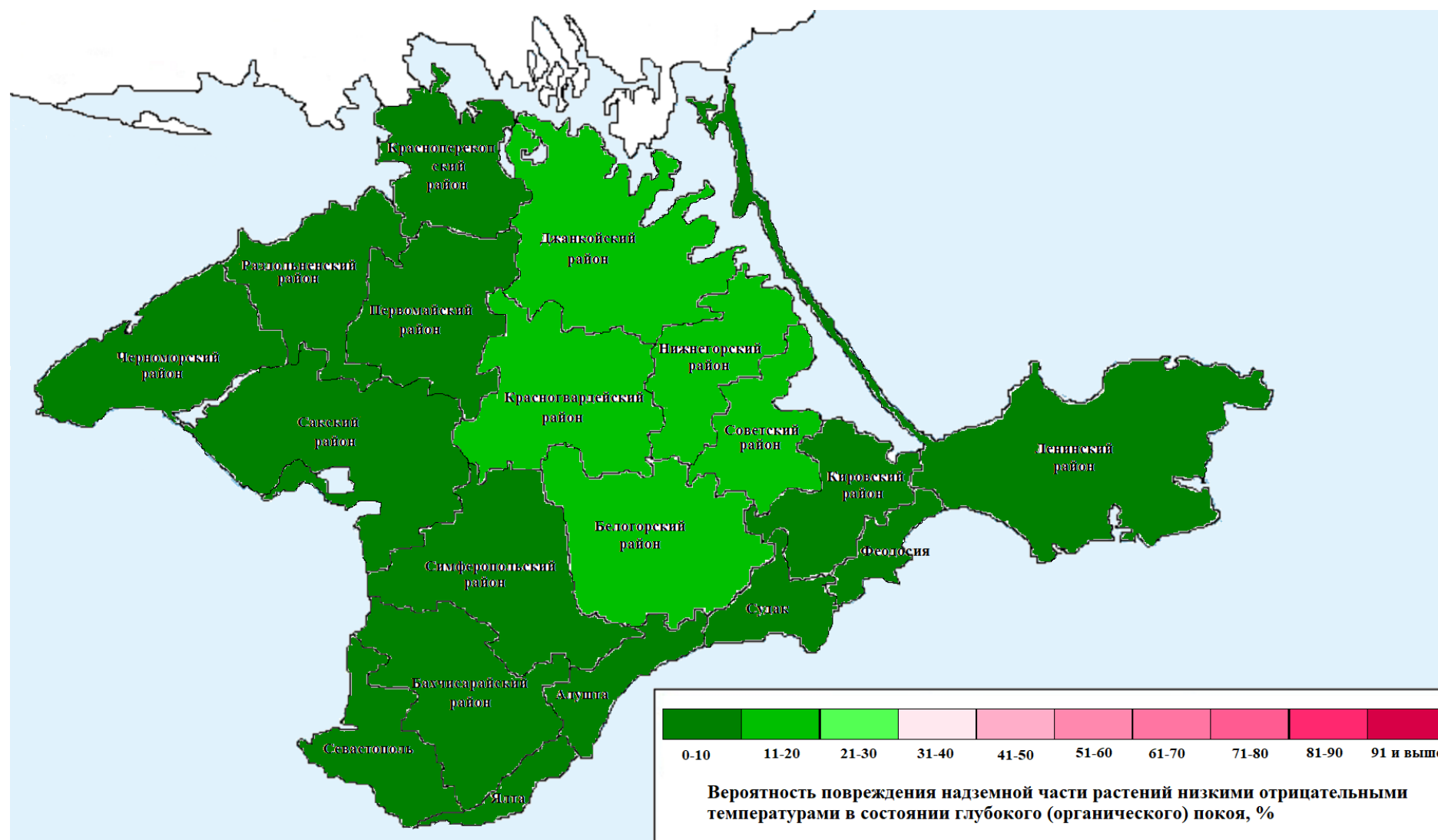


Рисунок. Карта вероятностей повреждения зимними минимальными температурами алычи слабо морозостойких сортов на территории Республики Крым

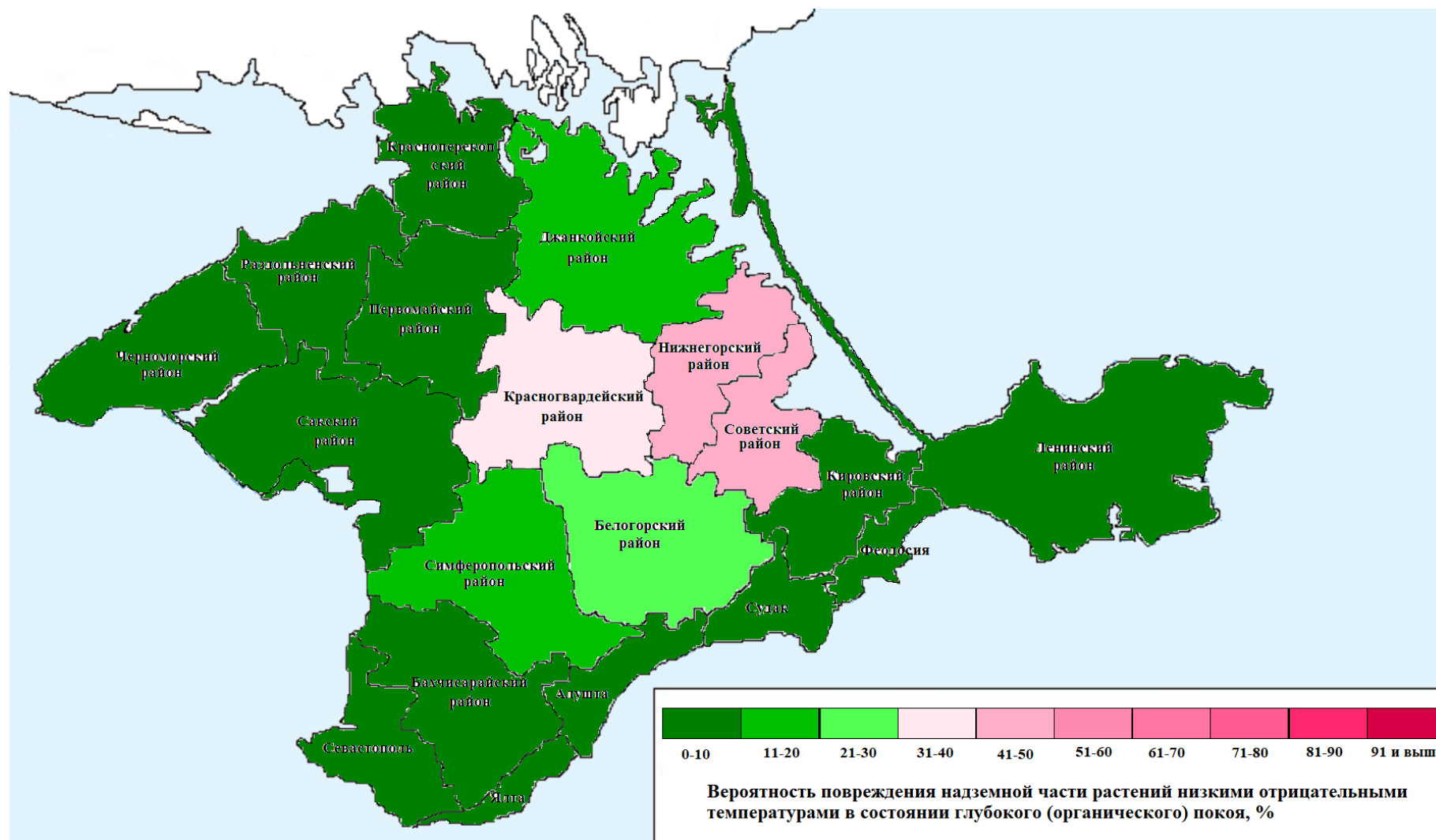


Рисунок. Карта вероятностей повреждения зимними минимальными температурами груши теплолюбивых сортов на территории Республики Крым

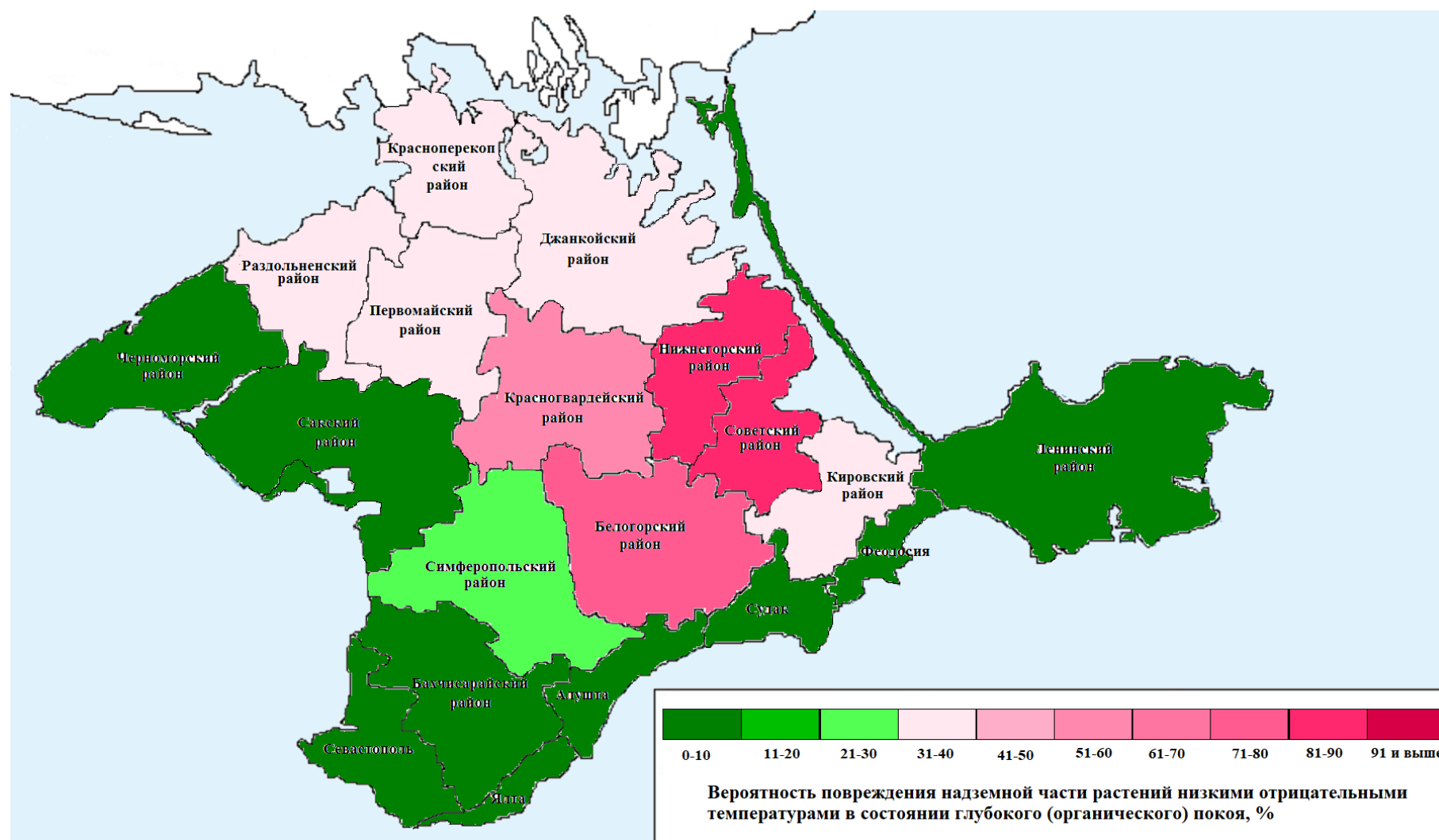


Рисунок. Карта вероятностей повреждения зимними минимальными температурами миндаля основных сортов на территории Республики Крым

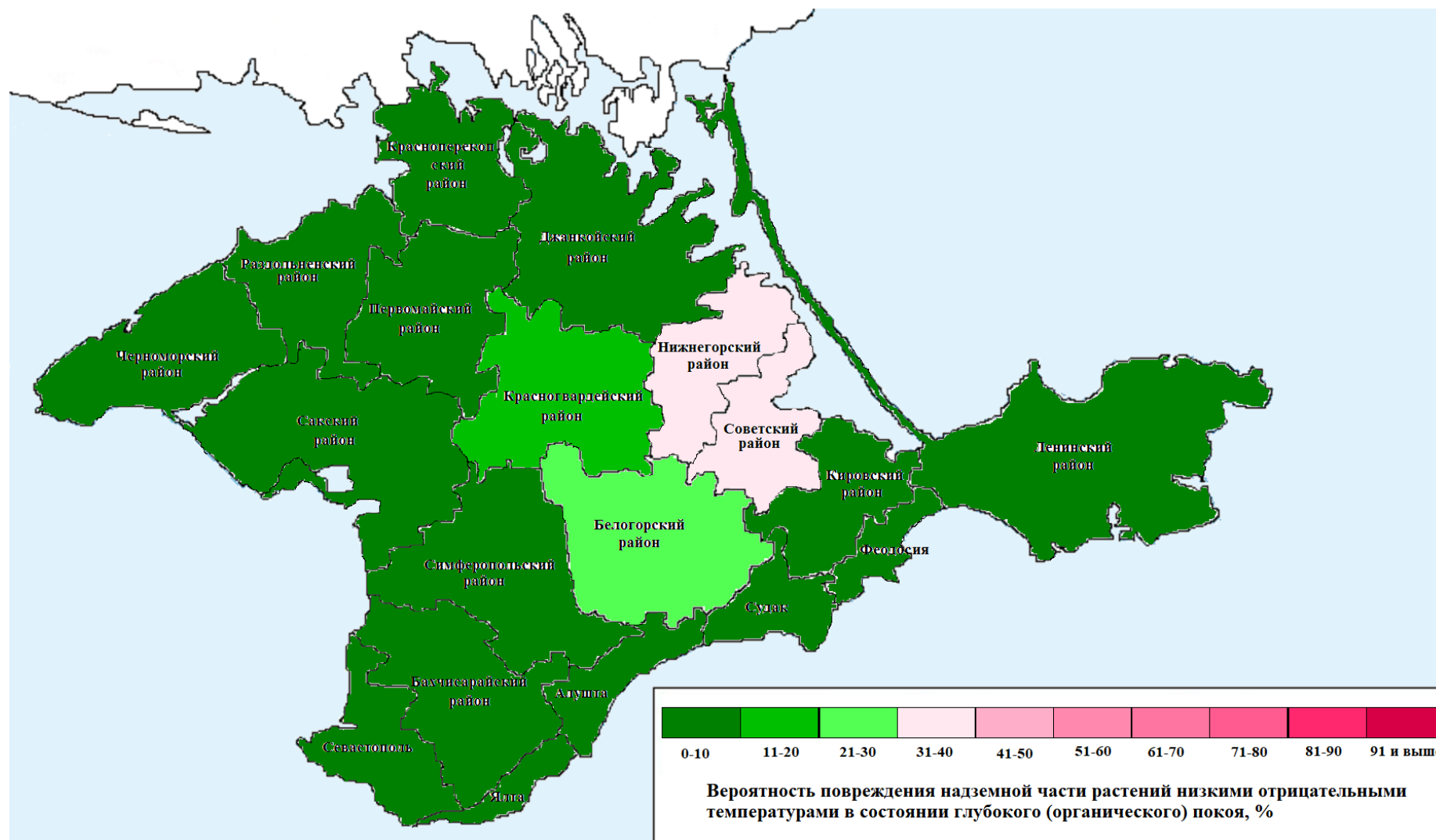


Рисунок. Карта вероятностей повреждения зимними минимальными температурами миндаля морозостойких сортов на территории Республики Крым

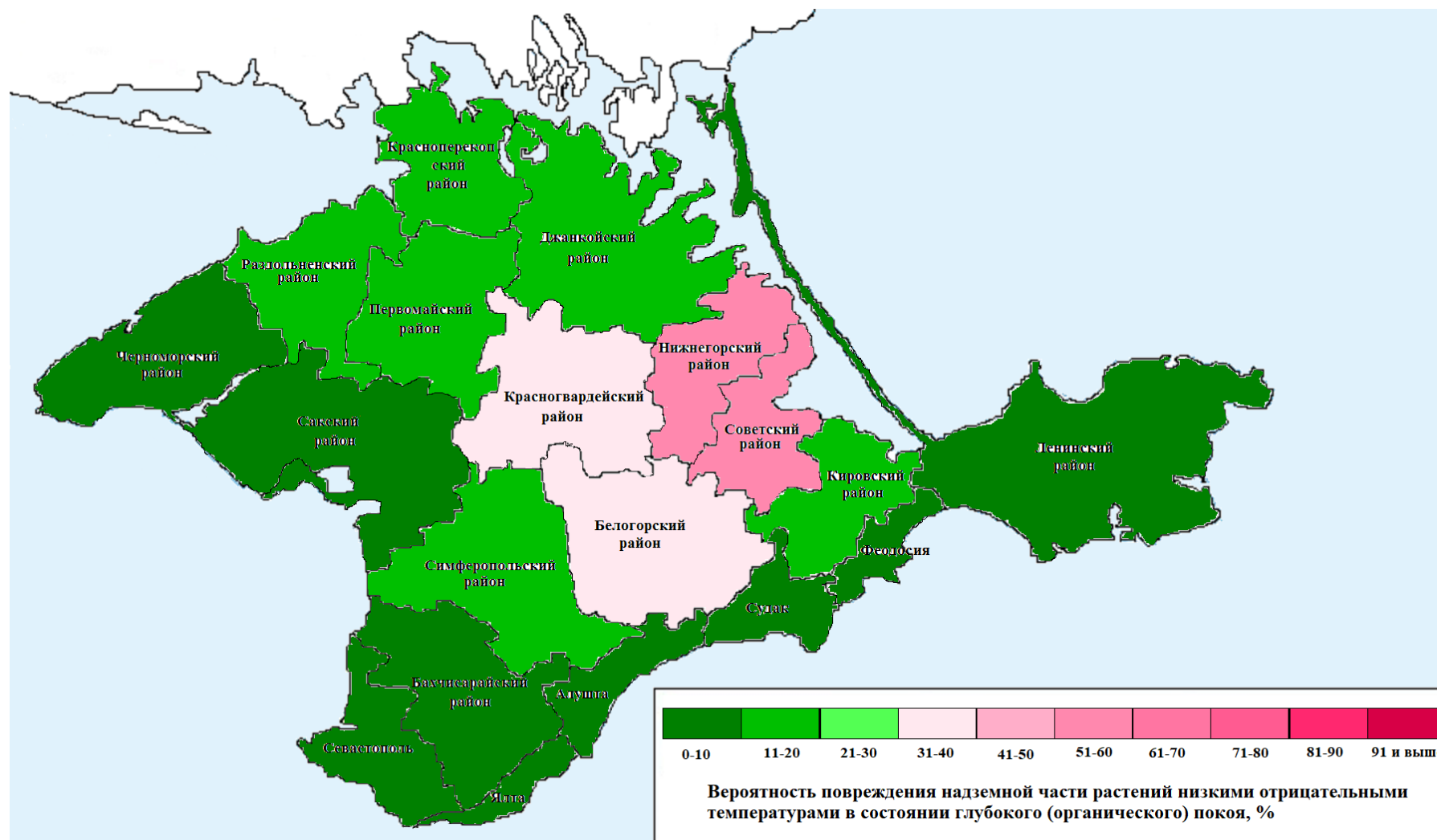


Рисунок. Карта вероятностей повреждения зимними минимальными температурами персика теплолюбивых сортов на территории Республики Крым

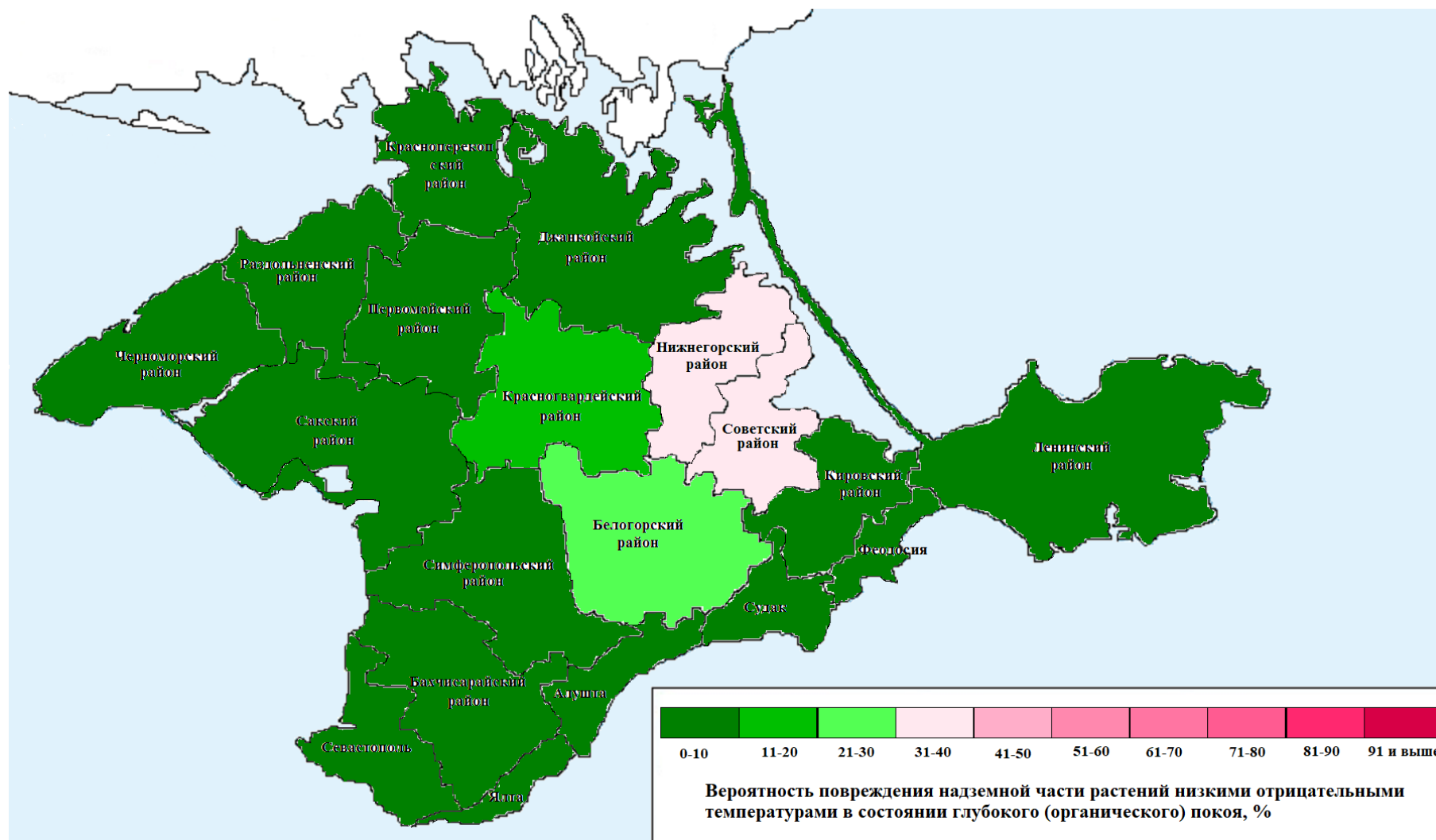


Рисунок. Карта вероятностей повреждения зимними минимальными температурами персика морозостойких сортов зарубежной селекции (кроме украинских) на территории Республики Крым

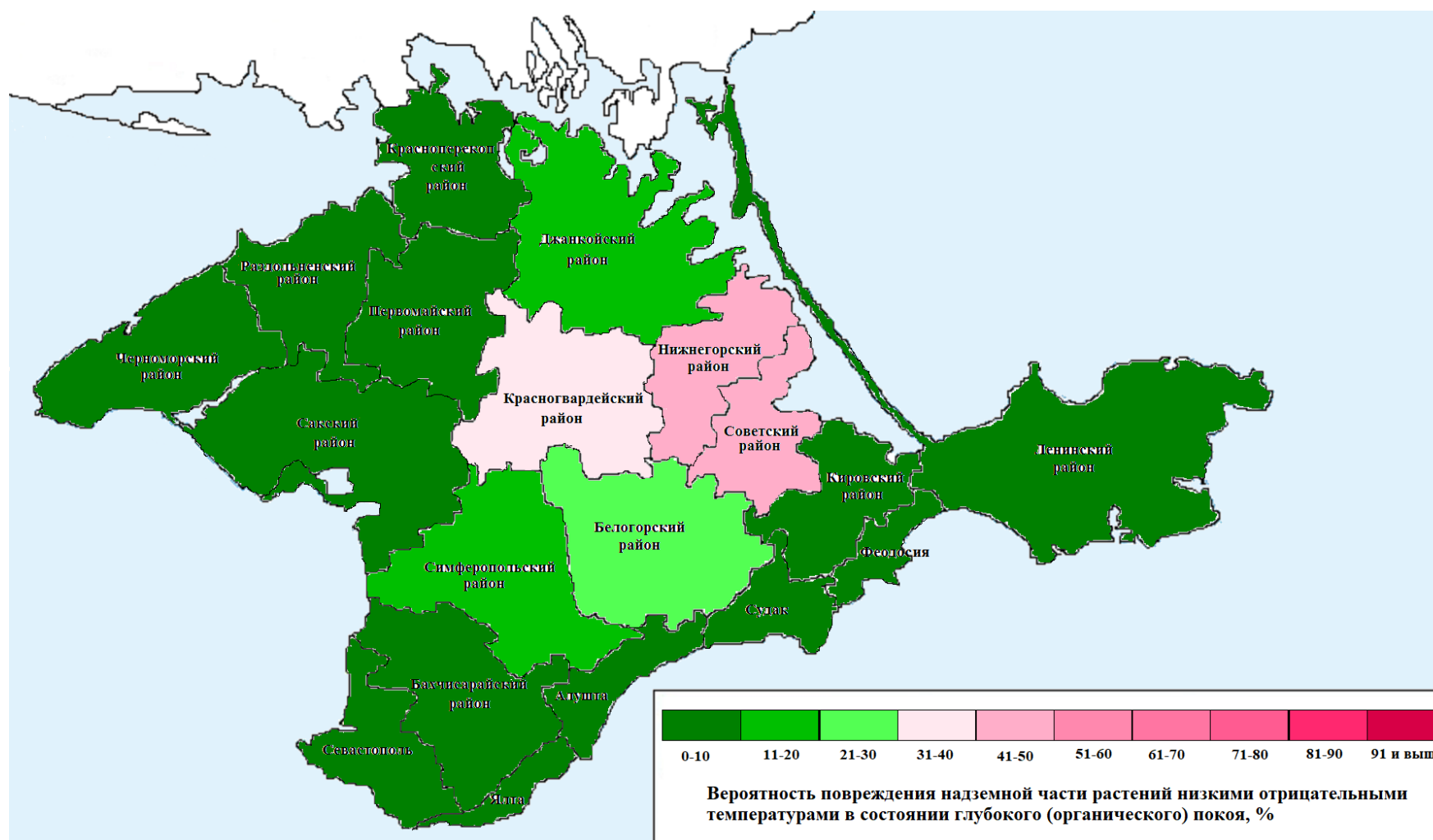


Рисунок. Карта вероятностей повреждения зимними минимальными температурами черешни основных сортов на территории Республики Крым

Вероятные даты повреждения генеративных органов основных плодовых пород  
в зависимости от фенофазы развития в Алуште

| Культура             | Фаза                                      | 10 % повреждения |      |     | 90 % повреждения |      |     |
|----------------------|-------------------------------------------|------------------|------|-----|------------------|------|-----|
|                      |                                           | Т                | Дата |     | Т                | Дата |     |
|                      |                                           |                  | 95 % | 5 % |                  | 95 % | 5 % |
| Яблоня               | Серебряная почка                          | -11,9            | нет  | нет | -17,6            | нет  | нет |
|                      | Зелёная почка                             | -7,5             | нет  | нет | -15,7            | нет  | нет |
|                      | 1/2 дюйма побега                          | -5,6             | нет  | нет | -11,7            | нет  | нет |
|                      | обособление<br>бутонов                    | -3,9             | нет  | нет | -7,9             | нет  | нет |
|                      | Начало розового<br>бутона                 | -2,8             | нет  | нет | -5,9             | нет  | нет |
|                      | Полный розовый<br>бутон                   | -2,7             | нет  | нет | -4,6             | нет  | нет |
|                      | Начало цветения                           | -2,3             | нет  | нет | -3,9             | нет  | нет |
|                      | Полное цветение                           | -2,9             | нет  | нет | -4,7             | нет  | нет |
|                      | Завязывание<br>плодов                     | -1,9             | нет  | нет | -3               | нет  | нет |
| Груша                | раздвижение<br>чешуек почки               | -8,6             | нет  | нет | -17,7            | нет  | нет |
|                      | раскрытие почек                           | -7,3             | нет  | нет | -15,4            | нет  | нет |
|                      | Выдвижение<br>розеток                     | -5,1             | нет  | нет | -12,6            | нет  | нет |
|                      | Первые листки                             | -4,3             | нет  | нет | -9,4             | нет  | нет |
|                      | Полные листки                             | -3,1             | нет  | нет | -6,4             | нет  | нет |
|                      | Начало цветения                           | -3,2             | нет  | нет | -6,9             | нет  | нет |
|                      | Полное цветение                           | -2,7             | нет  | нет | -4,9             | нет  | нет |
|                      | Завязывание<br>плодов                     | -2,7             | нет  | нет | -4               | нет  | нет |
| Абрикос              | Раздвижение<br>почек                      | -4,3             | нет  | нет | -14,1            | нет  | нет |
|                      | Красная почка                             | -6,2             | нет  | нет | -13,8            | нет  | нет |
|                      | Белый бутон                               | -4,9             | нет  | нет | -10,3            | нет  | нет |
|                      | Начало цветения                           | -4,3             | нет  | нет | -10,1            | нет  | нет |
|                      | Массовое<br>цветение                      | -2,9             | нет  | нет | -6,4             | нет  | нет |
|                      | Опадение<br>лепестков                     | -2,6             | нет  | нет | -4,7             | нет  | нет |
|                      | Зелёные плоды                             | -2,3             | нет  | нет | -3,3             | нет  | нет |
| Персик<br>(Эльберта) | Набухание почек                           | -7,4             | нет  | нет | -17,9            | нет  | нет |
|                      | Зелёные почки                             | -6,1             | нет  | нет | -15,7            | нет  | нет |
|                      | Красный бутон<br>(обособление<br>цветков) | -4,8             | нет  | нет | -14,2            | нет  | нет |

| Культура               | Фаза                              | 10 % повреждения |      |       | 90 % повреждения |      |       |
|------------------------|-----------------------------------|------------------|------|-------|------------------|------|-------|
|                        |                                   | Т                | Дата |       | Т                | Дата |       |
|                        |                                   |                  | 95 % | 5 %   |                  | 95 % | 5 %   |
|                        | Розовый бутон                     | -4,1             | нет  | нет   | -9,2             | нет  | нет   |
|                        | Начало цветения                   | -3,3             | нет  | нет   | -5,9             | нет  | нет   |
|                        | Массовое цветение                 | -2,7             | нет  | нет   | -4,9             | нет  | нет   |
|                        | Окончание цветения                | -2,5             | нет  | нет   | -3,9             | нет  | нет   |
|                        |                                   |                  |      |       |                  |      |       |
| Слива<br>(Итальянская) | Набухание почек                   | -11,1            | нет  | нет   | -17,2            | нет  | нет   |
|                        | Белые почки                       | -8,9             | нет  | нет   | -16,9            | нет  | нет   |
|                        | Зелёный конус                     | -8,1             | нет  | нет   | -14,8            | нет  | нет   |
|                        | Выдвижение<br>бутонов (кластеры)  | -5,4             | нет  | нет   | -11,7            | нет  | нет   |
|                        | Разрыхление<br>бутонов            | -4               | нет  | нет   | -7,9             | нет  | нет   |
|                        | Начало цветения                   | -4,3             | нет  | нет   | -8,2             | нет  | нет   |
|                        | Массовое цветение                 | -3,1             | нет  | нет   | -6               | нет  | нет   |
|                        | Окончание цветения                | -2,6             | нет  | нет   | -4,3             | нет  | нет   |
| Вишня (Бинг)           | Набухание почек                   | -11,1            | нет  | нет   | -17,2            | нет  | нет   |
|                        | Зелёные почки                     | -5,8             | нет  | нет   | -13,4            | нет  | нет   |
|                        | Зелёный конус                     | -3,7             | нет  | нет   | -10,3            | нет  | нет   |
|                        | Выдвижение<br>бутонов (кластеры)  | -3,1             | нет  | нет   | -7,9             | нет  | нет   |
|                        | Разрыхление<br>бутонов            | -2,7             | нет  | нет   | -6,2             | нет  | нет   |
|                        | Белый бутон                       | -2,7             | нет  | нет   | -4,9             | нет  | нет   |
|                        | Начало цветения                   | -2,8             | нет  | нет   | -4,1             | нет  | нет   |
|                        | Полное цветение                   | -2,4             | нет  | нет   | -3,9             | нет  | нет   |
|                        | Окончание цветения                | -2,2             | нет  | нет   | -3,6             | нет  | нет   |
| Земляника              | Плотные почки                     | -5,6             | нет  | нет   | -5,6             | нет  | нет   |
|                        | Почки с белыми<br>зачатками листа | -2,2             | нет  | нет   | -2,2             | нет  | нет   |
|                        | Полное цветение                   | -0,6             | нет  | 1 май | -0,6             | нет  | 1 май |
|                        | Недозрелые ягоды                  | -2,2             | нет  | нет   | -2,2             | нет  | нет   |

Вероятные даты повреждения генеративных органов основных плодовых пород  
в зависимости от фенофазы развития. Бахчисарайский район (метеостанция  
Почтовая)

| Культура             | Фаза                        | 10 % повреждения |      |         | 90 % повреждения |      |         |
|----------------------|-----------------------------|------------------|------|---------|------------------|------|---------|
|                      |                             | Т                | Дата |         | Т                | Дата |         |
|                      |                             |                  | 95 % | 5 %     |                  | 95 % | 5 %     |
| Яблоня               | Серебряная почка            | -4,3             | нет  | 28 апр. | -9,4             | нет  | нет     |
|                      | Зелёная почка               | -3,1             | нет  | 28 апр. | -6,4             | нет  | 1 апр.  |
|                      | 1/2 дюйма побега            | -3,2             | нет  | 28 апр. | -6,9             | нет  | 1 апр.  |
|                      | обособление<br>бутонов      | -2,7             | нет  | 29 апр. | -4,9             | нет  | 28 апр. |
|                      | Начало розового<br>бутона   | -2,7             | нет  | 29 апр. | -4               | нет  | 28 апр. |
|                      | Полный розовый<br>бутон     | -4,3             | нет  | 28 апр. | -14,1            | нет  | нет     |
|                      | Начало цветения             | -6,2             | нет  | 1 апр.  | -13,8            | нет  | нет     |
|                      | Полное цветение             | -4,9             | нет  | 28 апр. | -10,3            | нет  | нет     |
|                      | Завязывание<br>плодов       | -4,3             | нет  | 28 апр. | -10,1            | нет  | нет     |
| Груша                | раздвижение<br>чешуек почки | -2,9             | нет  | 29 апр. | -6,4             | нет  | 1 апр.  |
|                      | раскрытие почек             | -2,6             | нет  | 29 апр. | -4,7             | нет  | 28 апр. |
|                      | Выдвижение<br>розеток       | -2,3             | нет  | 3 май   | -3,3             | нет  | 28 апр. |
|                      | Первые листки               | -7,4             | нет  | 1 апр.  | -17,9            | нет  | нет     |
|                      | Полные листки               | -6,1             | нет  | 1 апр.  | -15,7            | нет  | нет     |
|                      | Начало цветения             | -4,8             | нет  | 28 апр. | -14,2            | нет  | нет     |
|                      | Полное цветение             | -4,1             | нет  | 28 апр. | -9,2             | нет  | нет     |
|                      | Завязывание<br>плодов       | -3,3             | нет  | 28 апр. | -5,9             | нет  | 1 апр.  |
| Абрикос              | Раздвижение<br>почек        | -2,7             | нет  | 29 апр. | -4,9             | нет  | 28 апр. |
|                      | Красная почка               | -2,5             | нет  | 3 май   | -3,9             | нет  | 28 апр. |
|                      | Белый бутон                 | -11,1            | нет  | нет     | -17,2            | нет  | нет     |
|                      | Начало цветения             | -8,9             | нет  | нет     | -16,9            | нет  | нет     |
|                      | Массовое<br>цветение        | -8,1             | нет  | 1 апр.  | -14,8            | нет  | нет     |
|                      | Опадение<br>лепестков       | -5,4             | нет  | 19 апр. | -11,7            | нет  | нет     |
|                      | Зелёные плоды               | -4               | нет  | 28 апр. | -7,9             | нет  | 1 апр.  |
| Персик<br>(Эльберта) | Набухание почек             | -4,3             | нет  | 28 апр. | -8,2             | нет  | 1 апр.  |
|                      | Зелёные почки               | -3,1             | нет  | 28 апр. | -6               | нет  | 1 апр.  |

| Культура            | Фаза                                | 10 % повреждения |      |         | 90 % повреждения |      |         |
|---------------------|-------------------------------------|------------------|------|---------|------------------|------|---------|
|                     |                                     | Т                | Дата |         | Т                | Дата |         |
|                     |                                     |                  | 95 % | 5 %     |                  | 95 % | 5 %     |
|                     | Красный бутон (обособление цветков) | -2,6             | нет  | 29 апр. | -4,3             | нет  | 28 апр. |
|                     | Розовый бутон                       | -11,1            | нет  | нет     | -17,2            | нет  | нет     |
|                     | Начало цветения                     | -5,8             | нет  | 4 апр.  | -13,4            | нет  | нет     |
|                     | Массовое цветение                   | -3,7             | нет  | 28 апр. | -10,3            | нет  | нет     |
|                     | Окончание цветения                  | -3,1             | нет  | 28 апр. | -7,9             | нет  | 1 апр.  |
|                     |                                     |                  |      |         |                  |      |         |
| Слива (Итальянская) | Набухание почек                     | -2,7             | нет  | 29 апр. | -6,2             | нет  | 1 апр.  |
|                     | Белые почки                         | -2,7             | нет  | 29 апр. | -4,9             | нет  | 28 апр. |
|                     | Зелёный конус                       | -2,8             | нет  | 29 апр. | -4,1             | нет  | 28 апр. |
|                     | Выдвижение бутонов (кластеры)       | -2,4             | нет  | 3 май   | -3,9             | нет  | 28 апр. |
|                     | Разрыхление бутонов                 | -2,2             | нет  | 3 май   | -3,6             | нет  | 28 апр. |
|                     | Начало цветения                     | -5,6             | нет  | 4 апр.  | -5,6             | нет  | 4 апр.  |
|                     | Массовое цветение                   | -2,2             | нет  | 3 май   | -2,2             | нет  | 3 май   |
|                     | Окончание цветения                  | -0,6             | нет  | 9 май   | -0,6             | нет  | 9 май   |
| Вишня (Бинг)        | Набухание почек                     | -2,2             | нет  | 3 май   | -2,2             | нет  | 3 май   |
|                     | Зелёные почки                       | -4,3             | нет  | 28 апр. | -9,4             | нет  | нет     |
|                     | Зелёный конус                       | -3,1             | нет  | 28 апр. | -6,4             | нет  | 1 апр.  |
|                     | Выдвижение бутонов (кластеры)       | -3,2             | нет  | 28 апр. | -6,9             | нет  | 1 апр.  |
|                     | Разрыхление бутонов                 | -2,7             | нет  | 29 апр. | -4,9             | нет  | 28 апр. |
|                     | Белый бутон                         | -2,7             | нет  | 29 апр. | -4               | нет  | 28 апр. |
|                     | Начало цветения                     | -4,3             | нет  | 28 апр. | -14,1            | нет  | нет     |
|                     | Полное цветение                     | -6,2             | нет  | 1 апр.  | -13,8            | нет  | нет     |
|                     | Окончание цветения                  | -4,9             | нет  | 28 апр. | -10,3            | нет  | нет     |
| Земляника           | Плотные почки                       | -4,3             | нет  | 28 апр. | -10,1            | нет  | нет     |
|                     | Почки с белыми зачатками листа      | -2,9             | нет  | 29 апр. | -6,4             | нет  | 1 апр.  |
|                     | Полное цветение                     | -2,6             | нет  | 29 апр. | -4,7             | нет  | 28 апр. |
|                     | Недозрелые ягоды                    | -2,3             | нет  | 3 май   | -3,3             | нет  | 28 апр. |

Вероятные даты повреждения генеративных органов основных плодовых пород  
в зависимости от фенофазы развития. Белогорск

| Культура             | Фаза                                      | 10 % повреждения |      |         | 90 % повреждения |      |         |
|----------------------|-------------------------------------------|------------------|------|---------|------------------|------|---------|
|                      |                                           | Т                | Дата |         | Т                | Дата |         |
|                      |                                           |                  | 95 % | 5 %     |                  | 95 % | 5 %     |
| Яблоня               | Серебряная почка                          | -11,9            | нет  | нет     | -17,6            | нет  | нет     |
|                      | Зелёная почка                             | -7,5             | нет  | 24 апр. | -15,7            | нет  | нет     |
|                      | 1/2 дюйма побега                          | -5,6             | нет  | 29 апр. | -11,7            | нет  | нет     |
|                      | обособление<br>бутонов                    | -3,9             | нет  | 29 апр. | -7,9             | нет  | 24 апр. |
|                      | Начало розового<br>бутона                 | -2,8             | нет  | 29 апр. | -5,9             | нет  | 24 апр. |
|                      | Полный розовый<br>бутон                   | -2,7             | нет  | 29 апр. | -4,6             | нет  | 29 апр. |
|                      | Начало цветения                           | -2,3             | нет  | 3 май   | -3,9             | нет  | 29 апр. |
|                      | Полное цветение                           | -2,9             | нет  | 29 апр. | -4,7             | нет  | 29 апр. |
|                      | Завязывание<br>плодов                     | -1,9             | нет  | 8 май   | -3               | нет  | 29 апр. |
| Груша                | раздвижение<br>чешуек почки               | -8,6             | нет  | нет     | -17,7            | нет  | нет     |
|                      | раскрытие почек                           | -7,3             | нет  | 24 апр. | -15,4            | нет  | нет     |
|                      | Выдвижение<br>розеток                     | -5,1             | нет  | 29 апр. | -12,6            | нет  | нет     |
|                      | Первые листки                             | -4,3             | нет  | 29 апр. | -9,4             | нет  | нет     |
|                      | Полные листки                             | -3,1             | нет  | 29 апр. | -6,4             | нет  | 24 апр. |
|                      | Начало цветения                           | -3,2             | нет  | 29 апр. | -6,9             | нет  | 24 апр. |
|                      | Полное цветение                           | -2,7             | нет  | 29 апр. | -4,9             | нет  | 29 апр. |
|                      | Завязывание<br>плодов                     | -2,7             | нет  | 29 апр. | -4               | нет  | 29 апр. |
| Абрикос              | Раздвижение<br>почек                      | -4,3             | нет  | 29 апр. | -14,1            | нет  | нет     |
|                      | Красная почка                             | -6,2             | нет  | 24 апр. | -13,8            | нет  | нет     |
|                      | Белый бутон                               | -4,9             | нет  | 29 апр. | -10,3            | нет  | нет     |
|                      | Начало цветения                           | -4,3             | нет  | 29 апр. | -10,1            | нет  | нет     |
|                      | Массовое<br>цветение                      | -2,9             | нет  | 29 апр. | -6,4             | нет  | 24 апр. |
|                      | Опадение<br>лепестков                     | -2,6             | нет  | 29 апр. | -4,7             | нет  | 29 апр. |
|                      | Зелёные плоды                             | -2,3             | нет  | 3 май   | -3,3             | нет  | 29 апр. |
| Персик<br>(Эльберта) | Набухание почек                           | -7,4             | нет  | 24 апр. | -17,9            | нет  | нет     |
|                      | Зелёные почки                             | -6,1             | нет  | 24 апр. | -15,7            | нет  | нет     |
|                      | Красный бутон<br>(обособление<br>цветков) | -4,8             | нет  | 29 апр. | -14,2            | нет  | нет     |

| Культура               | Фаза                           | 10 % повреждения |        |         | 90 % повреждения |        |         |
|------------------------|--------------------------------|------------------|--------|---------|------------------|--------|---------|
|                        |                                | Т                | Дата   |         | Т                | Дата   |         |
|                        |                                |                  | 95 %   | 5 %     |                  | 95 %   | 5 %     |
|                        | Розовый бутон                  | -4,1             | нет    | 29 апр. | -9,2             | нет    | нет     |
|                        | Начало цветения                | -3,3             | нет    | 29 апр. | -5,9             | нет    | 24 апр. |
|                        | Массовое цветение              | -2,7             | нет    | 29 апр. | -4,9             | нет    | 29 апр. |
|                        | Окончание цветения             | -2,5             | нет    | 3 май   | -3,9             | нет    | 29 апр. |
| Слива<br>(Итальянская) | Набухание почек                | -11,1            | нет    | нет     | -17,2            | нет    | нет     |
|                        | Белые почки                    | -8,9             | нет    | нет     | -16,9            | нет    | нет     |
|                        | Зелёный конус                  | -8,1             | нет    | 24 апр. | -14,8            | нет    | нет     |
|                        | Выдвижение бутонов (кластеры)  | -5,4             | нет    | 29 апр. | -11,7            | нет    | нет     |
|                        | Разрыхление бутонов            | -4               | нет    | 29 апр. | -7,9             | нет    | 24 апр. |
|                        | Начало цветения                | -4,3             | нет    | 29 апр. | -8,2             | нет    | 24 апр. |
|                        | Массовое цветение              | -3,1             | нет    | 29 апр. | -6               | нет    | 24 апр. |
|                        | Окончание цветения             | -2,6             | нет    | 29 апр. | -4,3             | нет    | 29 апр. |
| Вишня (Бинг)           | Набухание почек                | -11,1            | нет    | нет     | -17,2            | нет    | нет     |
|                        | Зелёные почки                  | -5,8             | нет    | 24 апр. | -13,4            | нет    | нет     |
|                        | Зелёный конус                  | -3,7             | нет    | 29 апр. | -10,3            | нет    | нет     |
|                        | Выдвижение бутонов (кластеры)  | -3,1             | нет    | 29 апр. | -7,9             | нет    | 24 апр. |
|                        | Разрыхление бутонов            | -2,7             | нет    | 29 апр. | -6,2             | нет    | 24 апр. |
|                        | Белый бутон                    | -2,7             | нет    | 29 апр. | -4,9             | нет    | 29 апр. |
|                        | Начало цветения                | -2,8             | нет    | 29 апр. | -4,1             | нет    | 29 апр. |
|                        | Полное цветение                | -2,4             | нет    | 3 май   | -3,9             | нет    | 29 апр. |
|                        | Окончание цветения             | -2,2             | нет    | 8 май   | -3,6             | нет    | 29 апр. |
| Земляника              | Плотные почки                  | -5,6             | нет    | 29 апр. | -5,6             | нет    | 29 апр. |
|                        | Почки с белыми зачатками листа | -2,2             | нет    | 8 май   | -2,2             | нет    | 8 май   |
|                        | Полное цветение                | -0,6             | 4 апр. | 8 май   | -0,6             | 4 апр. | 8 май   |
|                        | Недозрелые ягоды               | -2,2             | нет    | 8 май   | -2,2             | нет    | 8 май   |

Вероятные даты повреждения генеративных органов основных плодовых пород  
в зависимости от фенофазы развития. Джанкой

| Культура             | Фаза                                      | 10 % повреждения |      |         | 90 % повреждения |      |         |
|----------------------|-------------------------------------------|------------------|------|---------|------------------|------|---------|
|                      |                                           | Т                | Дата |         | Т                | Дата |         |
|                      |                                           |                  | 95 % | 5 %     |                  | 95 % | 5 %     |
| Яблоня               | Серебряная почка                          | -11,9            | нет  | нет     | -17,6            | нет  | нет     |
|                      | Зелёная почка                             | -7,5             | нет  | нет     | -15,7            | нет  | нет     |
|                      | 1/2 дюйма побега                          | -5,6             | нет  | нет     | -11,7            | нет  | нет     |
|                      | обособление<br>бутонов                    | -3,9             | нет  | 24 апр. | -7,9             | нет  | нет     |
|                      | Начало розового<br>бутона                 | -2,8             | нет  | 29 апр. | -5,9             | нет  | нет     |
|                      | Полный розовый<br>бутон                   | -2,7             | нет  | 29 апр. | -4,6             | нет  | нет     |
|                      | Начало цветения                           | -2,3             | нет  | 29 апр. | -3,9             | нет  | 24 апр. |
|                      | Полное цветение                           | -2,9             | нет  | 24 апр. | -4,7             | нет  | нет     |
|                      | Завязывание<br>плодов                     | -1,9             | нет  | 29 апр. | -3               | нет  | 24 апр. |
| Груша                | раздвижение<br>чешуек почки               | -8,6             | нет  | нет     | -17,7            | нет  | нет     |
|                      | раскрытие почек                           | -7,3             | нет  | нет     | -15,4            | нет  | нет     |
|                      | Выдвижение<br>розеток                     | -5,1             | нет  | нет     | -12,6            | нет  | нет     |
|                      | Первые листки                             | -4,3             | нет  | нет     | -9,4             | нет  | нет     |
|                      | Полные листки                             | -3,1             | нет  | 24 апр. | -6,4             | нет  | нет     |
|                      | Начало цветения                           | -3,2             | нет  | 24 апр. | -6,9             | нет  | нет     |
|                      | Полное цветение                           | -2,7             | нет  | 29 апр. | -4,9             | нет  | нет     |
|                      | Завязывание<br>плодов                     | -2,7             | нет  | 29 апр. | -4               | нет  | 24 апр. |
| Абрикос              | Раздвижение<br>почек                      | -4,3             | нет  | нет     | -14,1            | нет  | нет     |
|                      | Красная почка                             | -6,2             | нет  | нет     | -13,8            | нет  | нет     |
|                      | Белый бутон                               | -4,9             | нет  | нет     | -10,3            | нет  | нет     |
|                      | Начало цветения                           | -4,3             | нет  | нет     | -10,1            | нет  | нет     |
|                      | Массовое<br>цветение                      | -2,9             | нет  | 24 апр. | -6,4             | нет  | нет     |
|                      | Опадение<br>лепестков                     | -2,6             | нет  | 29 апр. | -4,7             | нет  | нет     |
|                      | Зелёные плоды                             | -2,3             | нет  | 29 апр. | -3,3             | нет  | 24 апр. |
| Персик<br>(Эльберта) | Набухание почек                           | -7,4             | нет  | нет     | -17,9            | нет  | нет     |
|                      | Зелёные почки                             | -6,1             | нет  | нет     | -15,7            | нет  | нет     |
|                      | Красный бутон<br>(обособление<br>цветков) | -4,8             | нет  | нет     | -14,2            | нет  | нет     |

| Культура               | Фаза                           | 10 % повреждения |      |         | 90 % повреждения |      |         |
|------------------------|--------------------------------|------------------|------|---------|------------------|------|---------|
|                        |                                | Т                | Дата |         | Т                | Дата |         |
|                        |                                |                  | 95 % | 5 %     |                  | 95 % | 5 %     |
|                        | Розовый бутон                  | -4,1             | нет  | 24 апр. | -9,2             | нет  | нет     |
|                        | Начало цветения                | -3,3             | нет  | 24 апр. | -5,9             | нет  | нет     |
|                        | Массовое цветение              | -2,7             | нет  | 29 апр. | -4,9             | нет  | нет     |
|                        | Окончание цветения             | -2,5             | нет  | 29 апр. | -3,9             | нет  | 24 апр. |
| Слива<br>(Итальянская) | Набухание почек                | -11,1            | нет  | нет     | -17,2            | нет  | нет     |
|                        | Белые почки                    | -8,9             | нет  | нет     | -16,9            | нет  | нет     |
|                        | Зелёный конус                  | -8,1             | нет  | нет     | -14,8            | нет  | нет     |
|                        | Выдвижение бутонов (кластеры)  | -5,4             | нет  | нет     | -11,7            | нет  | нет     |
|                        | Разрыхление бутонов            | -4               | нет  | 24 апр. | -7,9             | нет  | нет     |
|                        | Начало цветения                | -4,3             | нет  | нет     | -8,2             | нет  | нет     |
|                        | Массовое цветение              | -3,1             | нет  | 24 апр. | -6               | нет  | нет     |
|                        | Окончание цветения             | -2,6             | нет  | 29 апр. | -4,3             | нет  | нет     |
| Вишня (Бинг)           | Набухание почек                | -11,1            | нет  | нет     | -17,2            | нет  | нет     |
|                        | Зелёные почки                  | -5,8             | нет  | нет     | -13,4            | нет  | нет     |
|                        | Зелёный конус                  | -3,7             | нет  | 24 апр. | -10,3            | нет  | нет     |
|                        | Выдвижение бутонов (кластеры)  | -3,1             | нет  | 24 апр. | -7,9             | нет  | нет     |
|                        | Разрыхление бутонов            | -2,7             | нет  | 29 апр. | -6,2             | нет  | нет     |
|                        | Белый бутон                    | -2,7             | нет  | 29 апр. | -4,9             | нет  | нет     |
|                        | Начало цветения                | -2,8             | нет  | 29 апр. | -4,1             | нет  | 24 апр. |
|                        | Полное цветение                | -2,4             | нет  | 29 апр. | -3,9             | нет  | 24 апр. |
|                        | Окончание цветения             | -2,2             | нет  | 29 апр. | -3,6             | нет  | 24 апр. |
| Земляника              | Плотные почки                  | -5,6             | нет  | нет     | -5,6             | нет  | нет     |
|                        | Почки с белыми зачатками листа | -2,2             | нет  | 29 апр. | -2,2             | нет  | 29 апр. |
|                        | Полное цветение                | -0,6             | нет  | 7 май   | -0,6             | нет  | 7 май   |
|                        | Недозрелые ягоды               | -2,2             | нет  | 29 апр. | -2,2             | нет  | 29 апр. |

Вероятные даты повреждения генеративных органов основных плодовых пород  
в зависимости от фенофазы развития. Евпатория.

| Культура             | Фаза                                      | 10 % повреждения |      |     | 90 % повреждения |      |     |
|----------------------|-------------------------------------------|------------------|------|-----|------------------|------|-----|
|                      |                                           | Т                | Дата |     | Т                | Дата |     |
|                      |                                           |                  | 95 % | 5 % |                  | 95 % | 5 % |
| Яблоня               | Серебряная почка                          | -11,9            | нет  | нет | -17,6            | нет  | нет |
|                      | Зелёная почка                             | -7,5             | нет  | нет | -15,7            | нет  | нет |
|                      | 1/2 дюйма побега                          | -5,6             | нет  | нет | -11,7            | нет  | нет |
|                      | обособление<br>бутонов                    | -3,9             | нет  | нет | -7,9             | нет  | нет |
|                      | Начало розового<br>бутона                 | -2,8             | нет  | нет | -5,9             | нет  | нет |
|                      | Полный розовый<br>бутон                   | -2,7             | нет  | нет | -4,6             | нет  | нет |
|                      | Начало цветения                           | -2,3             | нет  | нет | -3,9             | нет  | нет |
|                      | Полное цветение                           | -2,9             | нет  | нет | -4,7             | нет  | нет |
|                      | Завязывание<br>плодов                     | -1,9             | нет  | нет | -3               | нет  | нет |
| Груша                | раздвижение<br>чешуек почки               | -8,6             | нет  | нет | -17,7            | нет  | нет |
|                      | раскрытие почек                           | -7,3             | нет  | нет | -15,4            | нет  | нет |
|                      | Выдвижение<br>розеток                     | -5,1             | нет  | нет | -12,6            | нет  | нет |
|                      | Первые листки                             | -4,3             | нет  | нет | -9,4             | нет  | нет |
|                      | Полные листки                             | -3,1             | нет  | нет | -6,4             | нет  | нет |
|                      | Начало цветения                           | -3,2             | нет  | нет | -6,9             | нет  | нет |
|                      | Полное цветение                           | -2,7             | нет  | нет | -4,9             | нет  | нет |
|                      | Завязывание<br>плодов                     | -2,7             | нет  | нет | -4               | нет  | нет |
| Абрикос              | Раздвижение<br>почек                      | -4,3             | нет  | нет | -14,1            | нет  | нет |
|                      | Красная почка                             | -6,2             | нет  | нет | -13,8            | нет  | нет |
|                      | Белый бутон                               | -4,9             | нет  | нет | -10,3            | нет  | нет |
|                      | Начало цветения                           | -4,3             | нет  | нет | -10,1            | нет  | нет |
|                      | Массовое<br>цветение                      | -2,9             | нет  | нет | -6,4             | нет  | нет |
|                      | Опадение<br>лепестков                     | -2,6             | нет  | нет | -4,7             | нет  | нет |
|                      | Зелёные плоды                             | -2,3             | нет  | нет | -3,3             | нет  | нет |
| Персик<br>(Эльберта) | Набухание почек                           | -7,4             | нет  | нет | -17,9            | нет  | нет |
|                      | Зелёные почки                             | -6,1             | нет  | нет | -15,7            | нет  | нет |
|                      | Красный бутон<br>(обособление<br>цветков) | -4,8             | нет  | нет | -14,2            | нет  | нет |

| Культура               | Фаза                           | 10 % повреждения |      |     | 90 % повреждения |      |     |
|------------------------|--------------------------------|------------------|------|-----|------------------|------|-----|
|                        |                                | Т                | Дата |     | Т                | Дата |     |
|                        |                                |                  | 95 % | 5 % |                  | 95 % | 5 % |
|                        | Розовый бутон                  | -4,1             | нет  | нет | -9,2             | нет  | нет |
|                        | Начало цветения                | -3,3             | нет  | нет | -5,9             | нет  | нет |
|                        | Массовое цветение              | -2,7             | нет  | нет | -4,9             | нет  | нет |
|                        | Окончание цветения             | -2,5             | нет  | нет | -3,9             | нет  | нет |
| Слива<br>(Итальянская) | Набухание почек                | -11,1            | нет  | нет | -17,2            | нет  | нет |
|                        | Белые почки                    | -8,9             | нет  | нет | -16,9            | нет  | нет |
|                        | Зелёный конус                  | -8,1             | нет  | нет | -14,8            | нет  | нет |
|                        | Выдвижение бутонов (кластеры)  | -5,4             | нет  | нет | -11,7            | нет  | нет |
|                        | Разрыхление бутонов            | -4               | нет  | нет | -7,9             | нет  | нет |
|                        | Начало цветения                | -4,3             | нет  | нет | -8,2             | нет  | нет |
|                        | Массовое цветение              | -3,1             | нет  | нет | -6               | нет  | нет |
|                        | Окончание цветения             | -2,6             | нет  | нет | -4,3             | нет  | нет |
| Вишня (Бинг)           | Набухание почек                | -11,1            | нет  | нет | -17,2            | нет  | нет |
|                        | Зелёные почки                  | -5,8             | нет  | нет | -13,4            | нет  | нет |
|                        | Зелёный конус                  | -3,7             | нет  | нет | -10,3            | нет  | нет |
|                        | Выдвижение бутонов (кластеры)  | -3,1             | нет  | нет | -7,9             | нет  | нет |
|                        | Разрыхление бутонов            | -2,7             | нет  | нет | -6,2             | нет  | нет |
|                        | Белый бутон                    | -2,7             | нет  | нет | -4,9             | нет  | нет |
|                        | Начало цветения                | -2,8             | нет  | нет | -4,1             | нет  | нет |
|                        | Полное цветение                | -2,4             | нет  | нет | -3,9             | нет  | нет |
|                        | Окончание цветения             | -2,2             | нет  | нет | -3,6             | нет  | нет |
| Земляника              | Плотные почки                  | -5,6             | нет  | нет | -5,6             | нет  | нет |
|                        | Почки с белыми зачатками листа | -2,2             | нет  | нет | -2,2             | нет  | нет |
|                        | Полное цветение                | -0,6             | нет  | нет | -0,6             | нет  | нет |
|                        | Недозрелые ягоды               | -2,2             | нет  | нет | -2,2             | нет  | нет |

Вероятные даты повреждения генеративных органов основных плодовых пород  
в зависимости от фенофазы развития. Владиславовка

| Культура             | Фаза                                      | 10 % повреждения |      |         | 90 % повреждения |      |     |
|----------------------|-------------------------------------------|------------------|------|---------|------------------|------|-----|
|                      |                                           | Т                | Дата |         | Т                | Дата |     |
|                      |                                           |                  | 95 % | 5 %     |                  | 95 % | 5 % |
| Яблоня               | Серебряная почка                          | -11,9            | нет  | нет     | -17,6            | нет  | нет |
|                      | Зелёная почка                             | -7,5             | нет  | нет     | -15,7            | нет  | нет |
|                      | 1/2 дюйма побега                          | -5,6             | нет  | нет     | -11,7            | нет  | нет |
|                      | обособление<br>бутонов                    | -3,9             | нет  | нет     | -7,9             | нет  | нет |
|                      | Начало розового<br>бутона                 | -2,8             | нет  | нет     | -5,9             | нет  | нет |
|                      | Полный розовый<br>бутон                   | -2,7             | нет  | нет     | -4,6             | нет  | нет |
|                      | Начало цветения                           | -2,3             | нет  | 29 апр. | -3,9             | нет  | нет |
|                      | Полное цветение                           | -2,9             | нет  | нет     | -4,7             | нет  | нет |
|                      | Завязывание<br>плодов                     | -1,9             | нет  | 29 апр. | -3               | нет  | нет |
| Груша                | раздвижение<br>чешуек почки               | -8,6             | нет  | нет     | -17,7            | нет  | нет |
|                      | раскрытие почек                           | -7,3             | нет  | нет     | -15,4            | нет  | нет |
|                      | Выдвижение<br>розеток                     | -5,1             | нет  | нет     | -12,6            | нет  | нет |
|                      | Первые листки                             | -4,3             | нет  | нет     | -9,4             | нет  | нет |
|                      | Полные листки                             | -3,1             | нет  | нет     | -6,4             | нет  | нет |
|                      | Начало цветения                           | -3,2             | нет  | нет     | -6,9             | нет  | нет |
|                      | Полное цветение                           | -2,7             | нет  | нет     | -4,9             | нет  | нет |
|                      | Завязывание<br>плодов                     | -2,7             | нет  | нет     | -4               | нет  | нет |
| Абрикос              | Раздвижение<br>почек                      | -4,3             | нет  | нет     | -14,1            | нет  | нет |
|                      | Красная почка                             | -6,2             | нет  | нет     | -13,8            | нет  | нет |
|                      | Белый бутон                               | -4,9             | нет  | нет     | -10,3            | нет  | нет |
|                      | Начало цветения                           | -4,3             | нет  | нет     | -10,1            | нет  | нет |
|                      | Массовое<br>цветение                      | -2,9             | нет  | нет     | -6,4             | нет  | нет |
|                      | Опадение<br>лепестков                     | -2,6             | нет  | нет     | -4,7             | нет  | нет |
|                      | Зелёные плоды                             | -2,3             | нет  | 29 апр. | -3,3             | нет  | нет |
| Персик<br>(Эльберта) | Набухание почек                           | -7,4             | нет  | нет     | -17,9            | нет  | нет |
|                      | Зелёные почки                             | -6,1             | нет  | нет     | -15,7            | нет  | нет |
|                      | Красный бутон<br>(обособление<br>цветков) | -4,8             | нет  | нет     | -14,2            | нет  | нет |

| Культура               | Фаза                           | 10 % повреждения |      |         | 90 % повреждения |      |         |
|------------------------|--------------------------------|------------------|------|---------|------------------|------|---------|
|                        |                                | Т                | Дата |         | Т                | Дата |         |
|                        |                                |                  | 95 % | 5 %     |                  | 95 % | 5 %     |
|                        | Розовый бутон                  | -4,1             | нет  | нет     | -9,2             | нет  | нет     |
|                        | Начало цветения                | -3,3             | нет  | нет     | -5,9             | нет  | нет     |
|                        | Массовое цветение              | -2,7             | нет  | нет     | -4,9             | нет  | нет     |
|                        | Окончание цветения             | -2,5             | нет  | 29 апр. | -3,9             | нет  | нет     |
| Слива<br>(Итальянская) | Набухание почек                | -11,1            | нет  | нет     | -17,2            | нет  | нет     |
|                        | Белые почки                    | -8,9             | нет  | нет     | -16,9            | нет  | нет     |
|                        | Зелёный конус                  | -8,1             | нет  | нет     | -14,8            | нет  | нет     |
|                        | Выдвижение бутонов (кластеры)  | -5,4             | нет  | нет     | -11,7            | нет  | нет     |
|                        | Разрыхление бутонов            | -4               | нет  | нет     | -7,9             | нет  | нет     |
|                        | Начало цветения                | -4,3             | нет  | нет     | -8,2             | нет  | нет     |
|                        | Массовое цветение              | -3,1             | нет  | нет     | -6               | нет  | нет     |
|                        | Окончание цветения             | -2,6             | нет  | нет     | -4,3             | нет  | нет     |
| Вишня (Бинг)           | Набухание почек                | -11,1            | нет  | нет     | -17,2            | нет  | нет     |
|                        | Зелёные почки                  | -5,8             | нет  | нет     | -13,4            | нет  | нет     |
|                        | Зелёный конус                  | -3,7             | нет  | нет     | -10,3            | нет  | нет     |
|                        | Выдвижение бутонов (кластеры)  | -3,1             | нет  | нет     | -7,9             | нет  | нет     |
|                        | Разрыхление бутонов            | -2,7             | нет  | нет     | -6,2             | нет  | нет     |
|                        | Белый бутон                    | -2,7             | нет  | нет     | -4,9             | нет  | нет     |
|                        | Начало цветения                | -2,8             | нет  | нет     | -4,1             | нет  | нет     |
|                        | Полное цветение                | -2,4             | нет  | 29 апр. | -3,9             | нет  | нет     |
|                        | Окончание цветения             | -2,2             | нет  | 29 апр. | -3,6             | нет  | нет     |
| Земляника              | Плотные почки                  | -5,6             | нет  | нет     | -5,6             | нет  | нет     |
|                        | Почки с белыми зачатками листа | -2,2             | нет  | 29 апр. | -2,2             | нет  | 29 апр. |
|                        | Полное цветение                | -0,6             | нет  | 29 апр. | -0,6             | нет  | 29 апр. |
|                        | Недозрелые ягоды               | -2,2             | нет  | 29 апр. | -2,2             | нет  | 29 апр. |

Вероятные даты повреждения генеративных органов основных плодовых пород  
в зависимости от фенофазы развития в Клепинино

| Культура             | Фаза                                      | 10 % повреждения |      |         | 90 % повреждения |      |         |
|----------------------|-------------------------------------------|------------------|------|---------|------------------|------|---------|
|                      |                                           | Т                | Дата |         | Т                | Дата |         |
|                      |                                           |                  | 95 % | 5 %     |                  | 95 % | 5 %     |
| Яблоня               | Серебряная почка                          | -11,9            | нет  | нет     | -17,6            | нет  | нет     |
|                      | Зелёная почка                             | -7,5             | нет  | нет     | -15,7            | нет  | нет     |
|                      | 1/2 дюйма побега                          | -5,6             | нет  | 23 апр. | -11,7            | нет  | нет     |
|                      | обособление<br>бутонов                    | -3,9             | нет  | 28 апр. | -7,9             | нет  | нет     |
|                      | Начало розового<br>бутона                 | -2,8             | нет  | 28 апр. | -5,9             | нет  | нет     |
|                      | Полный розовый<br>бутон                   | -2,7             | нет  | 28 апр. | -4,6             | нет  | 28 апр. |
|                      | Начало цветения                           | -2,3             | нет  | 28 апр. | -3,9             | нет  | 28 апр. |
|                      | Полное цветение                           | -2,9             | нет  | 28 апр. | -4,7             | нет  | 28 апр. |
|                      | Завязывание<br>плодов                     | -1,9             | нет  | 29 апр. | -3               | нет  | 28 апр. |
| Груша                | раздвижение<br>чешуек почки               | -8,6             | нет  | нет     | -17,7            | нет  | нет     |
|                      | раскрытие почек                           | -7,3             | нет  | нет     | -15,4            | нет  | нет     |
|                      | Выдвижение<br>розеток                     | -5,1             | нет  | 26 апр. | -12,6            | нет  | нет     |
|                      | Первые листки                             | -4,3             | нет  | 28 апр. | -9,4             | нет  | нет     |
|                      | Полные листки                             | -3,1             | нет  | 28 апр. | -6,4             | нет  | нет     |
|                      | Начало цветения                           | -3,2             | нет  | 28 апр. | -6,9             | нет  | нет     |
|                      | Полное цветение                           | -2,7             | нет  | 28 апр. | -4,9             | нет  | 28 апр. |
|                      | Завязывание<br>плодов                     | -2,7             | нет  | 28 апр. | -4               | нет  | 28 апр. |
| Абрикос              | Раздвижение<br>почек                      | -4,3             | нет  | 28 апр. | -14,1            | нет  | нет     |
|                      | Красная почка                             | -6,2             | нет  | нет     | -13,8            | нет  | нет     |
|                      | Белый бутон                               | -4,9             | нет  | 28 апр. | -10,3            | нет  | нет     |
|                      | Начало цветения                           | -4,3             | нет  | 28 апр. | -10,1            | нет  | нет     |
|                      | Массовое<br>цветение                      | -2,9             | нет  | 28 апр. | -6,4             | нет  | нет     |
|                      | Опадение<br>лепестков                     | -2,6             | нет  | 28 апр. | -4,7             | нет  | 28 апр. |
|                      | Зелёные плоды                             | -2,3             | нет  | 28 апр. | -3,3             | нет  | 28 апр. |
| Персик<br>(Эльберта) | Набухание почек                           | -7,4             | нет  | нет     | -17,9            | нет  | нет     |
|                      | Зелёные почки                             | -6,1             | нет  | нет     | -15,7            | нет  | нет     |
|                      | Красный бутон<br>(обособление<br>цветков) | -4,8             | нет  | 28 апр. | -14,2            | нет  | нет     |

| Культура               | Фаза                           | 10 % повреждения |      |         | 90 % повреждения |      |         |
|------------------------|--------------------------------|------------------|------|---------|------------------|------|---------|
|                        |                                | Т                | Дата |         | Т                | Дата |         |
|                        |                                |                  | 95 % | 5 %     |                  | 95 % | 5 %     |
|                        | Розовый бутон                  | -4,1             | нет  | 28 апр. | -9,2             | нет  | нет     |
|                        | Начало цветения                | -3,3             | нет  | 28 апр. | -5,9             | нет  | нет     |
|                        | Массовое цветение              | -2,7             | нет  | 28 апр. | -4,9             | нет  | 28 апр. |
|                        | Окончание цветения             | -2,5             | нет  | 28 апр. | -3,9             | нет  | 28 апр. |
| Слива<br>(Итальянская) | Набухание почек                | -11,1            | нет  | нет     | -17,2            | нет  | нет     |
|                        | Белые почки                    | -8,9             | нет  | нет     | -16,9            | нет  | нет     |
|                        | Зелёный конус                  | -8,1             | нет  | нет     | -14,8            | нет  | нет     |
|                        | Выдвижение бутонов (кластеры)  | -5,4             | нет  | 23 апр. | -11,7            | нет  | нет     |
|                        | Разрыхление бутонов            | -4               | нет  | 28 апр. | -7,9             | нет  | нет     |
|                        | Начало цветения                | -4,3             | нет  | 28 апр. | -8,2             | нет  | нет     |
|                        | Массовое цветение              | -3,1             | нет  | 28 апр. | -6               | нет  | нет     |
|                        | Окончание цветения             | -2,6             | нет  | 28 апр. | -4,3             | нет  | 28 апр. |
| Вишня (Бинг)           | Набухание почек                | -11,1            | нет  | нет     | -17,2            | нет  | нет     |
|                        | Зелёные почки                  | -5,8             | нет  | 23 апр. | -13,4            | нет  | нет     |
|                        | Зелёный конус                  | -3,7             | нет  | 28 апр. | -10,3            | нет  | нет     |
|                        | Выдвижение бутонов (кластеры)  | -3,1             | нет  | 28 апр. | -7,9             | нет  | нет     |
|                        | Разрыхление бутонов            | -2,7             | нет  | 28 апр. | -6,2             | нет  | нет     |
|                        | Белый бутон                    | -2,7             | нет  | 28 апр. | -4,9             | нет  | 28 апр. |
|                        | Начало цветения                | -2,8             | нет  | 28 апр. | -4,1             | нет  | 28 апр. |
|                        | Полное цветение                | -2,4             | нет  | 28 апр. | -3,9             | нет  | 28 апр. |
|                        | Окончание цветения             | -2,2             | нет  | 28 апр. | -3,6             | нет  | 28 апр. |
| Земляника              | Плотные почки                  | -5,6             | нет  | 23 апр. | -5,6             | нет  | 23 апр. |
|                        | Почки с белыми зачатками листа | -2,2             | нет  | 28 апр. | -2,2             | нет  | 28 апр. |
|                        | Полное цветение                | -0,6             | нет  | 3 май   | -0,6             | нет  | 3 май   |
|                        | Недозрелые ягоды               | -2,2             | нет  | 28 апр. | -2,2             | нет  | 28 апр. |

Вероятные даты повреждения генеративных органов основных плодовых пород  
в зависимости от фенофазы развития в Ишунь

| Культура             | Фаза                                      | 10 % повреждения |      |         | 90 % повреждения |      |         |
|----------------------|-------------------------------------------|------------------|------|---------|------------------|------|---------|
|                      |                                           | Т                | Дата |         | Т                | Дата |         |
|                      |                                           |                  | 95 % | 5 %     |                  | 95 % | 5 %     |
| Яблоня               | Серебряная почка                          | -11,9            | нет  | нет     | -17,6            | нет  | нет     |
|                      | Зелёная почка                             | -7,5             | нет  | нет     | -15,7            | нет  | нет     |
|                      | 1/2 дюйма побега                          | -5,6             | нет  | нет     | -11,7            | нет  | нет     |
|                      | обособление<br>бутонов                    | -3,9             | нет  | нет     | -7,9             | нет  | нет     |
|                      | Начало розового<br>бутона                 | -2,8             | нет  | 19 апр. | -5,9             | нет  | нет     |
|                      | Полный розовый<br>бутон                   | -2,7             | нет  | 19 апр. | -4,6             | нет  | нет     |
|                      | Начало цветения                           | -2,3             | нет  | 24 апр. | -3,9             | нет  | нет     |
|                      | Полное цветение                           | -2,9             | нет  | 19 апр. | -4,7             | нет  | нет     |
|                      | Завязывание<br>плодов                     | -1,9             | нет  | 24 апр. | -3               | нет  | 19 апр. |
| Груша                | раздвижение<br>чешуек почки               | -8,6             | нет  | нет     | -17,7            | нет  | нет     |
|                      | раскрытие почек                           | -7,3             | нет  | нет     | -15,4            | нет  | нет     |
|                      | Выдвижение<br>розеток                     | -5,1             | нет  | нет     | -12,6            | нет  | нет     |
|                      | Первые листки                             | -4,3             | нет  | нет     | -9,4             | нет  | нет     |
|                      | Полные листки                             | -3,1             | нет  | 19 апр. | -6,4             | нет  | нет     |
|                      | Начало цветения                           | -3,2             | нет  | нет     | -6,9             | нет  | нет     |
|                      | Полное цветение                           | -2,7             | нет  | 19 апр. | -4,9             | нет  | нет     |
|                      | Завязывание<br>плодов                     | -2,7             | нет  | 19 апр. | -4               | нет  | нет     |
| Абрикос              | Раздвижение<br>почек                      | -4,3             | нет  | нет     | -14,1            | нет  | нет     |
|                      | Красная почка                             | -6,2             | нет  | нет     | -13,8            | нет  | нет     |
|                      | Белый бутон                               | -4,9             | нет  | нет     | -10,3            | нет  | нет     |
|                      | Начало цветения                           | -4,3             | нет  | нет     | -10,1            | нет  | нет     |
|                      | Массовое<br>цветение                      | -2,9             | нет  | 19 апр. | -6,4             | нет  | нет     |
|                      | Опадение<br>лепестков                     | -2,6             | нет  | 19 апр. | -4,7             | нет  | нет     |
|                      | Зелёные плоды                             | -2,3             | нет  | 24 апр. | -3,3             | нет  | нет     |
| Персик<br>(Эльберта) | Набухание почек                           | -7,4             | нет  | нет     | -17,9            | нет  | нет     |
|                      | Зелёные почки                             | -6,1             | нет  | нет     | -15,7            | нет  | нет     |
|                      | Красный бутон<br>(обособление<br>цветков) | -4,8             | нет  | нет     | -14,2            | нет  | нет     |

| Культура               | Фаза                           | 10 % повреждения |      |         | 90 % повреждения |      |         |
|------------------------|--------------------------------|------------------|------|---------|------------------|------|---------|
|                        |                                | Т                | Дата |         | Т                | Дата |         |
|                        |                                |                  | 95 % | 5 %     |                  | 95 % | 5 %     |
|                        | Розовый бутон                  | -4,1             | нет  | нет     | -9,2             | нет  | нет     |
|                        | Начало цветения                | -3,3             | нет  | нет     | -5,9             | нет  | нет     |
|                        | Массовое цветение              | -2,7             | нет  | 19 апр. | -4,9             | нет  | нет     |
|                        | Окончание цветения             | -2,5             | нет  | 19 апр. | -3,9             | нет  | нет     |
| Слива<br>(Итальянская) | Набухание почек                | -11,1            | нет  | нет     | -17,2            | нет  | нет     |
|                        | Белые почки                    | -8,9             | нет  | нет     | -16,9            | нет  | нет     |
|                        | Зелёный конус                  | -8,1             | нет  | нет     | -14,8            | нет  | нет     |
|                        | Выдвижение бутонов (кластеры)  | -5,4             | нет  | нет     | -11,7            | нет  | нет     |
|                        | Разрыхление бутонов            | -4               | нет  | нет     | -7,9             | нет  | нет     |
|                        | Начало цветения                | -4,3             | нет  | нет     | -8,2             | нет  | нет     |
|                        | Массовое цветение              | -3,1             | нет  | 19 апр. | -6               | нет  | нет     |
|                        | Окончание цветения             | -2,6             | нет  | 19 апр. | -4,3             | нет  | нет     |
| Вишня (Бинг)           | Набухание почек                | -11,1            | нет  | нет     | -17,2            | нет  | нет     |
|                        | Зелёные почки                  | -5,8             | нет  | нет     | -13,4            | нет  | нет     |
|                        | Зелёный конус                  | -3,7             | нет  | нет     | -10,3            | нет  | нет     |
|                        | Выдвижение бутонов (кластеры)  | -3,1             | нет  | 19 апр. | -7,9             | нет  | нет     |
|                        | Разрыхление бутонов            | -2,7             | нет  | 19 апр. | -6,2             | нет  | нет     |
|                        | Белый бутон                    | -2,7             | нет  | 19 апр. | -4,9             | нет  | нет     |
|                        | Начало цветения                | -2,8             | нет  | 19 апр. | -4,1             | нет  | нет     |
|                        | Полное цветение                | -2,4             | нет  | 19 апр. | -3,9             | нет  | нет     |
|                        | Окончание цветения             | -2,2             | нет  | 24 апр. | -3,6             | нет  | нет     |
| Земляника              | Плотные почки                  | -5,6             | нет  | нет     | -5,6             | нет  | нет     |
|                        | Почки с белыми зачатками листа | -2,2             | нет  | 24 апр. | -2,2             | нет  | 24 апр. |
|                        | Полное цветение                | -0,6             | нет  | 24 апр. | -0,6             | нет  | 24 апр. |
|                        | Недозрелые ягоды               | -2,2             | нет  | 24 апр. | -2,2             | нет  | 24 апр. |

Вероятные даты повреждения генеративных органов основных плодовых пород  
в зависимости от фенофазы развития в Казантипе

| Культура             | Фаза                                      | 10 % повреждения |      |     | 90 % повреждения |      |     |
|----------------------|-------------------------------------------|------------------|------|-----|------------------|------|-----|
|                      |                                           | Т                | Дата |     | Т                | Дата |     |
|                      |                                           |                  | 95 % | 5 % |                  | 95 % | 5 % |
| Яблоня               | Серебряная почка                          | -11,9            | нет  | нет | -17,6            | нет  | нет |
|                      | Зелёная почка                             | -7,5             | нет  | нет | -15,7            | нет  | нет |
|                      | 1/2 дюйма побега                          | -5,6             | нет  | нет | -11,7            | нет  | нет |
|                      | обособление<br>бутонов                    | -3,9             | нет  | нет | -7,9             | нет  | нет |
|                      | Начало розового<br>бутона                 | -2,8             | нет  | нет | -5,9             | нет  | нет |
|                      | Полный розовый<br>бутон                   | -2,7             | нет  | нет | -4,6             | нет  | нет |
|                      | Начало цветения                           | -2,3             | нет  | нет | -3,9             | нет  | нет |
|                      | Полное цветение                           | -2,9             | нет  | нет | -4,7             | нет  | нет |
|                      | Завязывание<br>плодов                     | -1,9             | нет  | нет | -3               | нет  | нет |
| Груша                | раздвижение<br>чешуек почки               | -8,6             | нет  | нет | -17,7            | нет  | нет |
|                      | раскрытие почек                           | -7,3             | нет  | нет | -15,4            | нет  | нет |
|                      | Выдвижение<br>розеток                     | -5,1             | нет  | нет | -12,6            | нет  | нет |
|                      | Первые листки                             | -4,3             | нет  | нет | -9,4             | нет  | нет |
|                      | Полные листки                             | -3,1             | нет  | нет | -6,4             | нет  | нет |
|                      | Начало цветения                           | -3,2             | нет  | нет | -6,9             | нет  | нет |
|                      | Полное цветение                           | -2,7             | нет  | нет | -4,9             | нет  | нет |
|                      | Завязывание<br>плодов                     | -2,7             | нет  | нет | -4               | нет  | нет |
| Абрикос              | Раздвижение<br>почек                      | -4,3             | нет  | нет | -14,1            | нет  | нет |
|                      | Красная почка                             | -6,2             | нет  | нет | -13,8            | нет  | нет |
|                      | Белый бутон                               | -4,9             | нет  | нет | -10,3            | нет  | нет |
|                      | Начало цветения                           | -4,3             | нет  | нет | -10,1            | нет  | нет |
|                      | Массовое<br>цветение                      | -2,9             | нет  | нет | -6,4             | нет  | нет |
|                      | Опадение<br>лепестков                     | -2,6             | нет  | нет | -4,7             | нет  | нет |
|                      | Зелёные плоды                             | -2,3             | нет  | нет | -3,3             | нет  | нет |
| Персик<br>(Эльберта) | Набухание почек                           | -7,4             | нет  | нет | -17,9            | нет  | нет |
|                      | Зелёные почки                             | -6,1             | нет  | нет | -15,7            | нет  | нет |
|                      | Красный бутон<br>(обособление<br>цветков) | -4,8             | нет  | нет | -14,2            | нет  | нет |

| Культура               | Фаза                           | 10 % повреждения |      |     | 90 % повреждения |      |     |
|------------------------|--------------------------------|------------------|------|-----|------------------|------|-----|
|                        |                                | Т                | Дата |     | Т                | Дата |     |
|                        |                                |                  | 95 % | 5 % |                  | 95 % | 5 % |
|                        | Розовый бутон                  | -4,1             | нет  | нет | -9,2             | нет  | нет |
|                        | Начало цветения                | -3,3             | нет  | нет | -5,9             | нет  | нет |
|                        | Массовое цветение              | -2,7             | нет  | нет | -4,9             | нет  | нет |
|                        | Окончание цветения             | -2,5             | нет  | нет | -3,9             | нет  | нет |
|                        |                                |                  |      |     |                  |      |     |
| Слива<br>(Итальянская) | Набухание почек                | -11,1            | нет  | нет | -17,2            | нет  | нет |
|                        | Белые почки                    | -8,9             | нет  | нет | -16,9            | нет  | нет |
|                        | Зелёный конус                  | -8,1             | нет  | нет | -14,8            | нет  | нет |
|                        | Выдвижение бутонов (кластеры)  | -5,4             | нет  | нет | -11,7            | нет  | нет |
|                        | Разрыхление бутонов            | -4               | нет  | нет | -7,9             | нет  | нет |
|                        | Начало цветения                | -4,3             | нет  | нет | -8,2             | нет  | нет |
|                        | Массовое цветение              | -3,1             | нет  | нет | -6               | нет  | нет |
|                        | Окончание цветения             | -2,6             | нет  | нет | -4,3             | нет  | нет |
| Вишня (Бинг)           | Набухание почек                | -11,1            | нет  | нет | -17,2            | нет  | нет |
|                        | Зелёные почки                  | -5,8             | нет  | нет | -13,4            | нет  | нет |
|                        | Зелёный конус                  | -3,7             | нет  | нет | -10,3            | нет  | нет |
|                        | Выдвижение бутонов (кластеры)  | -3,1             | нет  | нет | -7,9             | нет  | нет |
|                        | Разрыхление бутонов            | -2,7             | нет  | нет | -6,2             | нет  | нет |
|                        | Белый бутон                    | -2,7             | нет  | нет | -4,9             | нет  | нет |
|                        | Начало цветения                | -2,8             | нет  | нет | -4,1             | нет  | нет |
|                        | Полное цветение                | -2,4             | нет  | нет | -3,9             | нет  | нет |
|                        | Окончание цветения             | -2,2             | нет  | нет | -3,6             | нет  | нет |
| Земляника              | Плотные почки                  | -5,6             | нет  | нет | -5,6             | нет  | нет |
|                        | Почки с белыми зачатками листа | -2,2             | нет  | нет | -2,2             | нет  | нет |
|                        | Полное цветение                | -0,6             | нет  | нет | -0,6             | нет  | нет |
|                        | Недозрелые ягоды               | -2,2             | нет  | нет | -2,2             | нет  | нет |

Вероятные даты повреждения генеративных органов основных плодовых пород  
в зависимости от фенофазы развития в Нижнегорске

| Культура             | Фаза                                      | 10 % повреждения |      |         | 90 % повреждения |      |         |
|----------------------|-------------------------------------------|------------------|------|---------|------------------|------|---------|
|                      |                                           | Т                | Дата |         | Т                | Дата |         |
|                      |                                           |                  | 95 % | 5 %     |                  | 95 % | 5 %     |
| Яблоня               | Серебряная почка                          | -4,3             | нет  | 29 апр. | -9,4             | нет  | нет     |
|                      | Зелёная почка                             | -3,1             | нет  | 8 май   | -6,4             | нет  | 29 апр. |
|                      | 1/2 дюйма побега                          | -3,2             | нет  | 8 май   | -6,9             | нет  | 29 апр. |
|                      | обособление<br>бутонов                    | -2,7             | нет  | 8 май   | -4,9             | нет  | 29 апр. |
|                      | Начало розового<br>бутона                 | -2,7             | нет  | 8 май   | -4               | нет  | 29 апр. |
|                      | Полный розовый<br>бутон                   | -4,3             | нет  | 29 апр. | -14,1            | нет  | нет     |
|                      | Начало цветения                           | -6,2             | нет  | 29 апр. | -13,8            | нет  | нет     |
|                      | Полное цветение                           | -4,9             | нет  | 29 апр. | -10,3            | нет  | нет     |
|                      | Завязывание<br>плодов                     | -4,3             | нет  | 29 апр. | -10,1            | нет  | нет     |
| Груша                | раздвижение<br>чешуек почки               | -2,9             | нет  | 8 май   | -6,4             | нет  | 29 апр. |
|                      | раскрытие почек                           | -2,6             | нет  | 8 май   | -4,7             | нет  | 29 апр. |
|                      | Выдвижение<br>розеток                     | -2,3             | нет  | 10 май  | -3,3             | нет  | 8 май   |
|                      | Первые листки                             | -7,4             | нет  | 28 апр. | -17,9            | нет  | нет     |
|                      | Полные листки                             | -6,1             | нет  | 29 апр. | -15,7            | нет  | нет     |
|                      | Начало цветения                           | -4,8             | нет  | 29 апр. | -14,2            | нет  | нет     |
|                      | Полное цветение                           | -4,1             | нет  | 29 апр. | -9,2             | нет  | нет     |
|                      | Завязывание<br>плодов                     | -3,3             | нет  | 8 май   | -5,9             | нет  | 29 апр. |
| Абрикос              | Раздвижение<br>почек                      | -2,7             | нет  | 8 май   | -4,9             | нет  | 29 апр. |
|                      | Красная почка                             | -2,5             | нет  | 10 май  | -3,9             | нет  | 29 апр. |
|                      | Белый бутон                               | -11,1            | нет  | нет     | -17,2            | нет  | нет     |
|                      | Начало цветения                           | -8,9             | нет  | нет     | -16,9            | нет  | нет     |
|                      | Массовое<br>цветение                      | -8,1             | нет  | 28 апр. | -14,8            | нет  | нет     |
|                      | Опадение<br>лепестков                     | -5,4             | нет  | 29 апр. | -11,7            | нет  | нет     |
|                      | Зелёные плоды                             | -4               | нет  | 29 апр. | -7,9             | нет  | 28 апр. |
| Персик<br>(Эльберта) | Набухание почек                           | -4,3             | нет  | 29 апр. | -8,2             | нет  | 28 апр. |
|                      | Зелёные почки                             | -3,1             | нет  | 8 май   | -6               | нет  | 29 апр. |
|                      | Красный бутон<br>(обособление<br>цветков) | -2,6             | нет  | 8 май   | -4,3             | нет  | 29 апр. |

| Культура               | Фаза                           | 10 % повреждения |         |         | 90 % повреждения |         |         |
|------------------------|--------------------------------|------------------|---------|---------|------------------|---------|---------|
|                        |                                | Т                | Дата    |         | Т                | Дата    |         |
|                        |                                |                  | 95 %    | 5 %     |                  | 95 %    | 5 %     |
|                        | Розовый бутон                  | -11,1            | нет     | нет     | -17,2            | нет     | нет     |
|                        | Начало цветения                | -5,8             | нет     | 29 апр. | -13,4            | нет     | нет     |
|                        | Массовое цветение              | -3,7             | нет     | 8 май   | -10,3            | нет     | нет     |
|                        | Окончание цветения             | -3,1             | нет     | 8 май   | -7,9             | нет     | 28 апр. |
|                        |                                |                  |         |         |                  |         |         |
| Слива<br>(Итальянская) | Набухание почек                | -2,7             | нет     | 8 май   | -6,2             | нет     | 29 апр. |
|                        | Белые почки                    | -2,7             | нет     | 8 май   | -4,9             | нет     | 29 апр. |
|                        | Зелёный конус                  | -2,8             | нет     | 8 май   | -4,1             | нет     | 29 апр. |
|                        | Выдвижение бутонов (кластеры)  | -2,4             | нет     | 10 май  | -3,9             | нет     | 29 апр. |
|                        | Разрыхление бутонов            | -2,2             | нет     | 10 май  | -3,6             | нет     | 8 май   |
|                        | Начало цветения                | -5,6             | нет     | 29 апр. | -5,6             | нет     | 29 апр. |
|                        | Массовое цветение              | -2,2             | нет     | 10 май  | -2,2             | нет     | 10 май  |
|                        | Окончание цветения             | -0,6             | 28 апр. | 17 май  | -0,6             | 28 апр. | 17 май  |
| Вишня (Бинг)           | Набухание почек                | -2,2             | нет     | 10 май  | -2,2             | нет     | 10 май  |
|                        | Зелёные почки                  | -4,3             | нет     | 29 апр. | -9,4             | нет     | нет     |
|                        | Зелёный конус                  | -3,1             | нет     | 8 май   | -6,4             | нет     | 29 апр. |
|                        | Выдвижение бутонов (кластеры)  | -3,2             | нет     | 8 май   | -6,9             | нет     | 29 апр. |
|                        | Разрыхление бутонов            | -2,7             | нет     | 8 май   | -4,9             | нет     | 29 апр. |
|                        | Белый бутон                    | -2,7             | нет     | 8 май   | -4               | нет     | 29 апр. |
|                        | Начало цветения                | -4,3             | нет     | 29 апр. | -14,1            | нет     | нет     |
|                        | Полное цветение                | -6,2             | нет     | 29 апр. | -13,8            | нет     | нет     |
|                        | Окончание цветения             | -4,9             | нет     | 29 апр. | -10,3            | нет     | нет     |
| Земляника              | Плотные почки                  | -4,3             | нет     | 29 апр. | -10,1            | нет     | нет     |
|                        | Почки с белыми зачатками листа | -2,9             | нет     | 8 май   | -6,4             | нет     | 29 апр. |
|                        | Полное цветение                | -2,6             | нет     | 8 май   | -4,7             | нет     | 29 апр. |
|                        | Недозрелые ягоды               | -2,3             | нет     | 10 май  | -3,3             | нет     | 8 май   |

Вероятные даты повреждения генеративных органов основных плодовых пород  
в зависимости от фенофазы развития в Севастополе

| Культура             | Фаза                        | 10 % повреждения |         |         | 90 % повреждения |         |        |
|----------------------|-----------------------------|------------------|---------|---------|------------------|---------|--------|
|                      |                             | Т                | Дата    |         | Т                | Дата    |        |
|                      |                             |                  | 95 %    | 5 %     |                  | 95 %    | 5 %    |
| Яблоня               | Серебряная почка            | -11,9            | нет     | 15 мар. | -17,6            | нет     | нет    |
|                      | Зелёная почка               | -7,5             | 31 янв. | 15 мар  | -15,7            | нет     | нет    |
|                      | 1/2 дюйма побега            | -5,6             | 31 янв. | 1 апр.  | -11,7            | нет     | 15 мар |
|                      | обособление<br>бутонов      | -3,9             | 31 янв. | 4 апр.  | -7,9             | нет     | 15 мар |
|                      | Начало розового<br>бутона   | -2,8             | 1 фев.  | 4 апр.  | -5,9             | 31 янв. | 1 апр. |
|                      | Полный розовый<br>бутон     | -2,7             | 12 мар  | 4 апр.  | -4,6             | 31 янв. | 1 апр. |
|                      | Начало цветения             | -2,3             | 12 мар  | 4 апр.  | -3,9             | 31 янв. | 4 апр. |
|                      | Полное цветение             | -2,9             | 1 фев.  | 4 апр.  | -4,7             | 31 янв. | 1 апр. |
|                      | Завязывание<br>плодов       | -1,9             | 12 мар  | 4 апр.  | -3               | 1 фев.  | 4 апр. |
| Груша                | раздвижение<br>чешуек почки | -8,6             | нет     | 15 мар  | -17,7            | нет     | нет    |
|                      | раскрытие почек             | -7,3             | 31 янв. | 15 мар  | -15,4            | нет     | нет    |
|                      | Выдвижение<br>розеток       | -5,1             | 31 янв. | 1 апр.  | -12,6            | нет     | 15 мар |
|                      | Первые листки               | -4,3             | 31 янв. | 1 апр.  | -9,4             | нет     | 15 мар |
|                      | Полные листки               | -3,1             | 1 фев.  | 4 апр.  | -6,4             | 31 янв. | 27 мар |
|                      | Начало цветения             | -3,2             | 1 фев.  | 4 апр.  | -6,9             | 31 янв. | 15 мар |
|                      | Полное цветение             | -2,7             | 12 мар  | 4 апр.  | -4,9             | 31 янв. | 1 апр. |
|                      | Завязывание<br>плодов       | -2,7             | 12 мар  | 4 апр.  | -4               | 31 янв. | 4 апр. |
| Абрикос              | Раздвижение<br>почек        | -4,3             | 31 янв. | 1 апр.  | -14,1            | нет     | 15 мар |
|                      | Красная почка               | -6,2             | 31 янв. | 27 мар  | -13,8            | нет     | 15 мар |
|                      | Белый бутон                 | -4,9             | 31 янв. | 1 апр.  | -10,3            | нет     | 15 мар |
|                      | Начало цветения             | -4,3             | 31 янв. | 1 апр.  | -10,1            | нет     | 15 мар |
|                      | Массовое<br>цветение        | -2,9             | 1 фев.  | 4 апр.  | -6,4             | 31 янв. | 27 мар |
|                      | Опадение<br>лепестков       | -2,6             | 12 мар  | 4 апр.  | -4,7             | 31 янв. | 1 апр. |
|                      | Зелёные плоды               | -2,3             | 12 мар  | 4 апр.  | -3,3             | 1 фев.  | 4 апр. |
| Персик<br>(Эльберта) | Набухание почек             | -7,4             | 31 янв. | 15 мар  | -17,9            | нет     | нет    |
|                      | Зелёные почки               | -6,1             | 31 янв. | 27 мар  | -15,7            | нет     | нет    |

| Культура            | Фаза                                | 10 % повреждения |         |         | 90 % повреждения |         |         |
|---------------------|-------------------------------------|------------------|---------|---------|------------------|---------|---------|
|                     |                                     | Т                | Дата    |         | Т                | Дата    |         |
|                     |                                     |                  | 95 %    | 5 %     |                  | 95 %    | 5 %     |
|                     | Красный бутон (обособление цветков) | -4,8             | 31 янв. | 1 апр.  | -14,2            | нет     | 15 мар  |
|                     | Розовый бутон                       | -4,1             | 31 янв. | 1 апр.  | -9,2             | нет     | 15 мар  |
|                     | Начало цветения                     | -3,3             | 1 фев.  | 4 апр.  | -5,9             | 31 янв. | 1 апр.  |
|                     | Массовое цветение                   | -2,7             | 12 мар  | 4 апр.  | -4,9             | 31 янв. | 1 апр.  |
|                     | Окончание цветения                  | -2,5             | 12 мар  | 4 апр.  | -3,9             | 31 янв. | 4 апр.  |
|                     |                                     |                  |         |         |                  |         |         |
| Слива (Итальянская) | Набухание почек                     | -11,1            | нет     | 15 мар  | -17,2            | нет     | нет     |
|                     | Белые почки                         | -8,9             | нет     | 15 мар  | -16,9            | нет     | нет     |
|                     | Зелёный конус                       | -8,1             | нет     | 15 мар  | -14,8            | нет     | нет     |
|                     | Выдвижение бутонов (кластеры)       | -5,4             | 31 янв. | 1 апр.  | -11,7            | нет     | 15 мар  |
|                     | Разрыхление бутонов                 | -4               | 31 янв. | 4 апр.  | -7,9             | нет     | 15 мар  |
|                     | Начало цветения                     | -4,3             | 31 янв. | 1 апр.  | -8,2             | нет     | 15 мар  |
|                     | Массовое цветение                   | -3,1             | 1 фев.  | 4 апр.  | -6               | 31 янв. | 27 мар  |
|                     | Окончание цветения                  | -2,6             | 12 мар  | 4 апр.  | -4,3             | 31 янв. | 1 апр.  |
| Вишня (Бинг)        | Набухание почек                     | -11,1            | нет     | 15 мар  | -17,2            | нет     | нет     |
|                     | Зелёные почки                       | -5,8             | 31 янв. | 1 апр.  | -13,4            | нет     | 15 мар  |
|                     | Зелёный конус                       | -3,7             | 1 фев.  | 4 апр.  | -10,3            | нет     | 15 мар  |
|                     | Выдвижение бутонов (кластеры)       | -3,1             | 1 фев.  | 4 апр.  | -7,9             | нет     | 15 мар  |
|                     | Разрыхление бутонов                 | -2,7             | 12 мар  | 4 апр.  | -6,2             | 31 янв. | 27 мар  |
|                     | Белый бутон                         | -2,7             | 12 мар  | 4 апр.  | -4,9             | 31 янв. | 1 апр.  |
|                     | Начало цветения                     | -2,8             | 1 фев.  | 4 апр.  | -4,1             | 31 янв. | 1 апр.  |
|                     | Полное цветение                     | -2,4             | 12 мар  | 4 апр.  | -3,9             | 31 янв. | 4 апр.  |
|                     | Окончание цветения                  | -2,2             | 12 мар  | 4 апр.  | -3,6             | 1 фев.  | 4 апр.  |
| Земляника           | Плотные почки                       | -5,6             | 31 янв. | 1 апр.  | -5,6             | 31 янв. | 1 апр.  |
|                     | Почки с белыми зачатками листа      | -2,2             | 12 мар  | 4 апр.  | -2,2             | 12 мар  | 4 апр.  |
|                     | Полное цветение                     | -0,6             | 30 мар  | 23 апр. | -0,6             | 30 мар  | 23 апр. |
|                     | Недозрелые ягоды                    | -2,2             | 12 мар  | 4 апр.  | -2,2             | 12 мар  | 4 апр.  |

Вероятные даты повреждения генеративных органов основных плодовых пород  
в зависимости от фенофазы развития в Судаке

| Культура             | Фаза                                      | 10 % повреждения |      |     | 90 % повреждения |      |     |
|----------------------|-------------------------------------------|------------------|------|-----|------------------|------|-----|
|                      |                                           | Т                | Дата |     | Т                | Дата |     |
|                      |                                           |                  | 95 % | 5 % |                  | 95 % | 5 % |
| Яблоня               | Серебряная почка                          | -11,9            | нет  | нет | -17,6            | нет  | нет |
|                      | Зелёная почка                             | -7,5             | нет  | нет | -15,7            | нет  | нет |
|                      | 1/2 дюйма побега                          | -5,6             | нет  | нет | -11,7            | нет  | нет |
|                      | обособление<br>бутонов                    | -3,9             | нет  | нет | -7,9             | нет  | нет |
|                      | Начало розового<br>бутона                 | -2,8             | нет  | нет | -5,9             | нет  | нет |
|                      | Полный розовый<br>бутон                   | -2,7             | нет  | нет | -4,6             | нет  | нет |
|                      | Начало цветения                           | -2,3             | нет  | нет | -3,9             | нет  | нет |
|                      | Полное цветение                           | -2,9             | нет  | нет | -4,7             | нет  | нет |
|                      | Завязывание<br>плодов                     | -1,9             | нет  | нет | -3               | нет  | нет |
| Груша                | раздвижение<br>чешуек почки               | -8,6             | нет  | нет | -17,7            | нет  | нет |
|                      | раскрытие почек                           | -7,3             | нет  | нет | -15,4            | нет  | нет |
|                      | Выдвижение<br>розеток                     | -5,1             | нет  | нет | -12,6            | нет  | нет |
|                      | Первые листки                             | -4,3             | нет  | нет | -9,4             | нет  | нет |
|                      | Полные листки                             | -3,1             | нет  | нет | -6,4             | нет  | нет |
|                      | Начало цветения                           | -3,2             | нет  | нет | -6,9             | нет  | нет |
|                      | Полное цветение                           | -2,7             | нет  | нет | -4,9             | нет  | нет |
|                      | Завязывание<br>плодов                     | -2,7             | нет  | нет | -4               | нет  | нет |
| Абрикос              | Раздвижение<br>почек                      | -4,3             | нет  | нет | -14,1            | нет  | нет |
|                      | Красная почка                             | -6,2             | нет  | нет | -13,8            | нет  | нет |
|                      | Белый бутон                               | -4,9             | нет  | нет | -10,3            | нет  | нет |
|                      | Начало цветения                           | -4,3             | нет  | нет | -10,1            | нет  | нет |
|                      | Массовое<br>цветение                      | -2,9             | нет  | нет | -6,4             | нет  | нет |
|                      | Опадение<br>лепестков                     | -2,6             | нет  | нет | -4,7             | нет  | нет |
|                      | Зелёные плоды                             | -2,3             | нет  | нет | -3,3             | нет  | нет |
| Персик<br>(Эльберта) | Набухание почек                           | -7,4             | нет  | нет | -17,9            | нет  | нет |
|                      | Зелёные почки                             | -6,1             | нет  | нет | -15,7            | нет  | нет |
|                      | Красный бутон<br>(обособление<br>цветков) | -4,8             | нет  | нет | -14,2            | нет  | нет |

| Культура               | Фаза                           | 10 % повреждения |      |        | 90 % повреждения |      |        |
|------------------------|--------------------------------|------------------|------|--------|------------------|------|--------|
|                        |                                | Т                | Дата |        | Т                | Дата |        |
|                        |                                |                  | 95 % | 5 %    |                  | 95 % | 5 %    |
|                        | Розовый бутон                  | -4,1             | нет  | нет    | -9,2             | нет  | нет    |
|                        | Начало цветения                | -3,3             | нет  | нет    | -5,9             | нет  | нет    |
|                        | Массовое цветение              | -2,7             | нет  | нет    | -4,9             | нет  | нет    |
|                        | Окончание цветения             | -2,5             | нет  | нет    | -3,9             | нет  | нет    |
| Слива<br>(Итальянская) | Набухание почек                | -11,1            | нет  | нет    | -17,2            | нет  | нет    |
|                        | Белые почки                    | -8,9             | нет  | нет    | -16,9            | нет  | нет    |
|                        | Зелёный конус                  | -8,1             | нет  | нет    | -14,8            | нет  | нет    |
|                        | Выдвижение бутонов (кластеры)  | -5,4             | нет  | нет    | -11,7            | нет  | нет    |
|                        | Разрыхление бутонов            | -4               | нет  | нет    | -7,9             | нет  | нет    |
|                        | Начало цветения                | -4,3             | нет  | нет    | -8,2             | нет  | нет    |
|                        | Массовое цветение              | -3,1             | нет  | нет    | -6               | нет  | нет    |
|                        | Окончание цветения             | -2,6             | нет  | нет    | -4,3             | нет  | нет    |
| Вишня (Бинг)           | Набухание почек                | -11,1            | нет  | нет    | -17,2            | нет  | нет    |
|                        | Зелёные почки                  | -5,8             | нет  | нет    | -13,4            | нет  | нет    |
|                        | Зелёный конус                  | -3,7             | нет  | нет    | -10,3            | нет  | нет    |
|                        | Выдвижение бутонов (кластеры)  | -3,1             | нет  | нет    | -7,9             | нет  | нет    |
|                        | Разрыхление бутонов            | -2,7             | нет  | нет    | -6,2             | нет  | нет    |
|                        | Белый бутон                    | -2,7             | нет  | нет    | -4,9             | нет  | нет    |
|                        | Начало цветения                | -2,8             | нет  | нет    | -4,1             | нет  | нет    |
|                        | Полное цветение                | -2,4             | нет  | нет    | -3,9             | нет  | нет    |
|                        | Окончание цветения             | -2,2             | нет  | нет    | -3,6             | нет  | нет    |
| Земляника              | Плотные почки                  | -5,6             | нет  | нет    | -5,6             | нет  | нет    |
|                        | Почки с белыми зачатками листа | -2,2             | нет  | нет    | -2,2             | нет  | нет    |
|                        | Полное цветение                | -0,6             | нет  | 3 апр. | -0,6             | нет  | 3 апр. |
|                        | Недозрелые ягоды               | -2,2             | нет  | нет    | -2,2             | нет  | нет    |

Вероятные даты повреждения генеративных органов основных плодовых пород  
в зависимости от фенофазы развития в Феодосии

| Культура             | Фаза                                      | 10 % повреждения |      |     | 90 % повреждения |      |     |
|----------------------|-------------------------------------------|------------------|------|-----|------------------|------|-----|
|                      |                                           | Т                | Дата |     | Т                | Дата |     |
|                      |                                           |                  | 95 % | 5 % |                  | 95 % | 5 % |
| Яблоня               | Серебряная почка                          | -11,9            | нет  | нет | -17,6            | нет  | нет |
|                      | Зелёная почка                             | -7,5             | нет  | нет | -15,7            | нет  | нет |
|                      | 1/2 дюйма побега                          | -5,6             | нет  | нет | -11,7            | нет  | нет |
|                      | обособление<br>бутонов                    | -3,9             | нет  | нет | -7,9             | нет  | нет |
|                      | Начало розового<br>бутона                 | -2,8             | нет  | нет | -5,9             | нет  | нет |
|                      | Полный розовый<br>бутон                   | -2,7             | нет  | нет | -4,6             | нет  | нет |
|                      | Начало цветения                           | -2,3             | нет  | нет | -3,9             | нет  | нет |
|                      | Полное цветение                           | -2,9             | нет  | нет | -4,7             | нет  | нет |
|                      | Завязывание<br>плодов                     | -1,9             | нет  | нет | -3               | нет  | нет |
| Груша                | раздвижение<br>чешуек почки               | -8,6             | нет  | нет | -17,7            | нет  | нет |
|                      | раскрытие почек                           | -7,3             | нет  | нет | -15,4            | нет  | нет |
|                      | Выдвижение<br>розеток                     | -5,1             | нет  | нет | -12,6            | нет  | нет |
|                      | Первые листки                             | -4,3             | нет  | нет | -9,4             | нет  | нет |
|                      | Полные листки                             | -3,1             | нет  | нет | -6,4             | нет  | нет |
|                      | Начало цветения                           | -3,2             | нет  | нет | -6,9             | нет  | нет |
|                      | Полное цветение                           | -2,7             | нет  | нет | -4,9             | нет  | нет |
|                      | Завязывание<br>плодов                     | -2,7             | нет  | нет | -4               | нет  | нет |
| Абрикос              | Раздвижение<br>почек                      | -4,3             | нет  | нет | -14,1            | нет  | нет |
|                      | Красная почка                             | -6,2             | нет  | нет | -13,8            | нет  | нет |
|                      | Белый бутон                               | -4,9             | нет  | нет | -10,3            | нет  | нет |
|                      | Начало цветения                           | -4,3             | нет  | нет | -10,1            | нет  | нет |
|                      | Массовое<br>цветение                      | -2,9             | нет  | нет | -6,4             | нет  | нет |
|                      | Опадение<br>лепестков                     | -2,6             | нет  | нет | -4,7             | нет  | нет |
|                      | Зелёные плоды                             | -2,3             | нет  | нет | -3,3             | нет  | нет |
| Персик<br>(Эльберта) | Набухание почек                           | -7,4             | нет  | нет | -17,9            | нет  | нет |
|                      | Зелёные почки                             | -6,1             | нет  | нет | -15,7            | нет  | нет |
|                      | Красный бутон<br>(обособление<br>цветков) | -4,8             | нет  | нет | -14,2            | нет  | нет |

| Культура               | Фаза                           | 10 % повреждения |      |     | 90 % повреждения |      |     |
|------------------------|--------------------------------|------------------|------|-----|------------------|------|-----|
|                        |                                | Т                | Дата |     | Т                | Дата |     |
|                        |                                |                  | 95 % | 5 % |                  | 95 % | 5 % |
|                        | Розовый бутон                  | -4,1             | нет  | нет | -9,2             | нет  | нет |
|                        | Начало цветения                | -3,3             | нет  | нет | -5,9             | нет  | нет |
|                        | Массовое цветение              | -2,7             | нет  | нет | -4,9             | нет  | нет |
|                        | Окончание цветения             | -2,5             | нет  | нет | -3,9             | нет  | нет |
|                        |                                |                  |      |     |                  |      |     |
| Слива<br>(Итальянская) | Набухание почек                | -11,1            | нет  | нет | -17,2            | нет  | нет |
|                        | Белые почки                    | -8,9             | нет  | нет | -16,9            | нет  | нет |
|                        | Зелёный конус                  | -8,1             | нет  | нет | -14,8            | нет  | нет |
|                        | Выдвижение бутонов (кластеры)  | -5,4             | нет  | нет | -11,7            | нет  | нет |
|                        | Разрыхление бутонов            | -4               | нет  | нет | -7,9             | нет  | нет |
|                        | Начало цветения                | -4,3             | нет  | нет | -8,2             | нет  | нет |
|                        | Массовое цветение              | -3,1             | нет  | нет | -6               | нет  | нет |
|                        | Окончание цветения             | -2,6             | нет  | нет | -4,3             | нет  | нет |
| Вишня (Бинг)           | Набухание почек                | -11,1            | нет  | нет | -17,2            | нет  | нет |
|                        | Зелёные почки                  | -5,8             | нет  | нет | -13,4            | нет  | нет |
|                        | Зелёный конус                  | -3,7             | нет  | нет | -10,3            | нет  | нет |
|                        | Выдвижение бутонов (кластеры)  | -3,1             | нет  | нет | -7,9             | нет  | нет |
|                        | Разрыхление бутонов            | -2,7             | нет  | нет | -6,2             | нет  | нет |
|                        | Белый бутон                    | -2,7             | нет  | нет | -4,9             | нет  | нет |
|                        | Начало цветения                | -2,8             | нет  | нет | -4,1             | нет  | нет |
|                        | Полное цветение                | -2,4             | нет  | нет | -3,9             | нет  | нет |
|                        | Окончание цветения             | -2,2             | нет  | нет | -3,6             | нет  | нет |
| Земляника              | Плотные почки                  | -5,6             | нет  | нет | -5,6             | нет  | нет |
|                        | Почки с белыми зачатками листа | -2,2             | нет  | нет | -2,2             | нет  | нет |
|                        | Полное цветение                | -0,6             | нет  | нет | -0,6             | нет  | нет |
|                        | Недозрелые ягоды               | -2,2             | нет  | нет | -2,2             | нет  | нет |

**Вероятные даты повреждения генеративных органов основных плодовых пород  
в зависимости от фенофазы развития в Черноморском**

| Культура             | Фаза                                      | 10 % повреждения |      |         | 90 % повреждения |      |         |
|----------------------|-------------------------------------------|------------------|------|---------|------------------|------|---------|
|                      |                                           | Т                | Дата |         | Т                | Дата |         |
|                      |                                           |                  | 95 % | 5 %     |                  | 95 % | 5 %     |
| Яблоня               | Серебряная почка                          | -11,9            | нет  | нет     | -17,6            | нет  | нет     |
|                      | Зелёная почка                             | -7,5             | нет  | нет     | -15,7            | нет  | нет     |
|                      | 1/2 дюйма побега                          | -5,6             | нет  | нет     | -11,7            | нет  | нет     |
|                      | обособление<br>бутонов                    | -3,9             | нет  | нет     | -7,9             | нет  | нет     |
|                      | Начало розового<br>бутона                 | -2,8             | нет  | 23 апр. | -5,9             | нет  | нет     |
|                      | Полный розовый<br>бутон                   | -2,7             | нет  | 23 апр. | -4,6             | нет  | нет     |
|                      | Начало цветения                           | -2,3             | нет  | 25 апр. | -3,9             | нет  | нет     |
|                      | Полное цветение                           | -2,9             | нет  | 23 апр. | -4,7             | нет  | нет     |
|                      | Завязывание<br>плодов                     | -1,9             | нет  | 28 апр. | -3               | нет  | 23 апр. |
| Груша                | раздвижение<br>чешуек почки               | -8,6             | нет  | нет     | -17,7            | нет  | нет     |
|                      | раскрытие почек                           | -7,3             | нет  | нет     | -15,4            | нет  | нет     |
|                      | Выдвижение<br>розеток                     | -5,1             | нет  | нет     | -12,6            | нет  | нет     |
|                      | Первые листки                             | -4,3             | нет  | нет     | -9,4             | нет  | нет     |
|                      | Полные листки                             | -3,1             | нет  | нет     | -6,4             | нет  | нет     |
|                      | Начало цветения                           | -3,2             | нет  | нет     | -6,9             | нет  | нет     |
|                      | Полное цветение                           | -2,7             | нет  | 23 апр. | -4,9             | нет  | нет     |
|                      | Завязывание<br>плодов                     | -2,7             | нет  | 23 апр. | -4               | нет  | нет     |
| Абрикос              | Раздвижение<br>почек                      | -4,3             | нет  | нет     | -14,1            | нет  | нет     |
|                      | Красная почка                             | -6,2             | нет  | нет     | -13,8            | нет  | нет     |
|                      | Белый бутон                               | -4,9             | нет  | нет     | -10,3            | нет  | нет     |
|                      | Начало цветения                           | -4,3             | нет  | нет     | -10,1            | нет  | нет     |
|                      | Массовое<br>цветение                      | -2,9             | нет  | 23 апр. | -6,4             | нет  | нет     |
|                      | Опадение<br>лепестков                     | -2,6             | нет  | 25 апр. | -4,7             | нет  | нет     |
|                      | Зелёные плоды                             | -2,3             | нет  | 25 апр. | -3,3             | нет  | нет     |
| Персик<br>(Эльберта) | Набухание почек                           | -7,4             | нет  | нет     | -17,9            | нет  | нет     |
|                      | Зелёные почки                             | -6,1             | нет  | нет     | -15,7            | нет  | нет     |
|                      | Красный бутон<br>(обособление<br>цветков) | -4,8             | нет  | нет     | -14,2            | нет  | нет     |

| Культура               | Фаза                           | 10 % повреждения |      |         | 90 % повреждения |      |         |
|------------------------|--------------------------------|------------------|------|---------|------------------|------|---------|
|                        |                                | Т                | Дата |         | Т                | Дата |         |
|                        |                                |                  | 95 % | 5 %     |                  | 95 % | 5 %     |
|                        | Розовый бутон                  | -4,1             | нет  | нет     | -9,2             | нет  | нет     |
|                        | Начало цветения                | -3,3             | нет  | нет     | -5,9             | нет  | нет     |
|                        | Массовое цветение              | -2,7             | нет  | 23 апр. | -4,9             | нет  | нет     |
|                        | Окончание цветения             | -2,5             | нет  | 25 апр. | -3,9             | нет  | нет     |
| Слива<br>(Итальянская) | Набухание почек                | -11,1            | нет  | нет     | -17,2            | нет  | нет     |
|                        | Белые почки                    | -8,9             | нет  | нет     | -16,9            | нет  | нет     |
|                        | Зелёный конус                  | -8,1             | нет  | нет     | -14,8            | нет  | нет     |
|                        | Выдвижение бутонов (кластеры)  | -5,4             | нет  | нет     | -11,7            | нет  | нет     |
|                        | Разрыхление бутонов            | -4               | нет  | нет     | -7,9             | нет  | нет     |
|                        | Начало цветения                | -4,3             | нет  | нет     | -8,2             | нет  | нет     |
|                        | Массовое цветение              | -3,1             | нет  | нет     | -6               | нет  | нет     |
|                        | Окончание цветения             | -2,6             | нет  | 25 апр. | -4,3             | нет  | нет     |
| Вишня (Бинг)           | Набухание почек                | -11,1            | нет  | нет     | -17,2            | нет  | нет     |
|                        | Зелёные почки                  | -5,8             | нет  | нет     | -13,4            | нет  | нет     |
|                        | Зелёный конус                  | -3,7             | нет  | нет     | -10,3            | нет  | нет     |
|                        | Выдвижение бутонов (кластеры)  | -3,1             | нет  | нет     | -7,9             | нет  | нет     |
|                        | Разрыхление бутонов            | -2,7             | нет  | 23 апр. | -6,2             | нет  | нет     |
|                        | Белый бутон                    | -2,7             | нет  | 23 апр. | -4,9             | нет  | нет     |
|                        | Начало цветения                | -2,8             | нет  | 23 апр. | -4,1             | нет  | нет     |
|                        | Полное цветение                | -2,4             | нет  | 25 апр. | -3,9             | нет  | нет     |
|                        | Окончание цветения             | -2,2             | нет  | 25 апр. | -3,6             | нет  | нет     |
| Земляника              | Плотные почки                  | -5,6             | нет  | нет     | -5,6             | нет  | нет     |
|                        | Почки с белыми зачатками листа | -2,2             | нет  | 25 апр. | -2,2             | нет  | 25 апр. |
|                        | Полное цветение                | -0,6             | нет  | 28 апр. | -0,6             | нет  | 28 апр. |
|                        | Недозрелые ягоды               | -2,2             | нет  | 25 апр. | -2,2             | нет  | 25 апр. |

Вероятные даты повреждения генеративных органов основных плодовых пород  
в зависимости от фенофазы развития. Ялта

| Культура             | Фаза                                      | 10 % повреждения |      |     | 90 % повреждения |      |     |
|----------------------|-------------------------------------------|------------------|------|-----|------------------|------|-----|
|                      |                                           | Т                | Дата |     | Т                | Дата |     |
|                      |                                           |                  | 95 % | 5 % |                  | 95 % | 5 % |
| Яблоня               | Серебряная почка                          | -11,9            | нет  | нет | -17,6            | нет  | нет |
|                      | Зелёная почка                             | -7,5             | нет  | нет | -15,7            | нет  | нет |
|                      | 1/2 дюйма побега                          | -5,6             | нет  | нет | -11,7            | нет  | нет |
|                      | обособление<br>бутонов                    | -3,9             | нет  | нет | -7,9             | нет  | нет |
|                      | Начало розового<br>бутона                 | -2,8             | нет  | нет | -5,9             | нет  | нет |
|                      | Полный розовый<br>бутон                   | -2,7             | нет  | нет | -4,6             | нет  | нет |
|                      | Начало цветения                           | -2,3             | нет  | нет | -3,9             | нет  | нет |
|                      | Полное цветение                           | -2,9             | нет  | нет | -4,7             | нет  | нет |
|                      | Завязывание<br>плодов                     | -1,9             | нет  | нет | -3               | нет  | нет |
| Груша                | раздвижение<br>чешуек почки               | -8,6             | нет  | нет | -17,7            | нет  | нет |
|                      | раскрытие почек                           | -7,3             | нет  | нет | -15,4            | нет  | нет |
|                      | Выдвижение<br>розеток                     | -5,1             | нет  | нет | -12,6            | нет  | нет |
|                      | Первые листки                             | -4,3             | нет  | нет | -9,4             | нет  | нет |
|                      | Полные листки                             | -3,1             | нет  | нет | -6,4             | нет  | нет |
|                      | Начало цветения                           | -3,2             | нет  | нет | -6,9             | нет  | нет |
|                      | Полное цветение                           | -2,7             | нет  | нет | -4,9             | нет  | нет |
|                      | Завязывание<br>плодов                     | -2,7             | нет  | нет | -4               | нет  | нет |
| Абрикос              | Раздвижение<br>почек                      | -4,3             | нет  | нет | -14,1            | нет  | нет |
|                      | Красная почка                             | -6,2             | нет  | нет | -13,8            | нет  | нет |
|                      | Белый бутон                               | -4,9             | нет  | нет | -10,3            | нет  | нет |
|                      | Начало цветения                           | -4,3             | нет  | нет | -10,1            | нет  | нет |
|                      | Массовое<br>цветение                      | -2,9             | нет  | нет | -6,4             | нет  | нет |
|                      | Опадение<br>лепестков                     | -2,6             | нет  | нет | -4,7             | нет  | нет |
|                      | Зелёные плоды                             | -2,3             | нет  | нет | -3,3             | нет  | нет |
| Персик<br>(Эльберта) | Набухание почек                           | -7,4             | нет  | нет | -17,9            | нет  | нет |
|                      | Зелёные почки                             | -6,1             | нет  | нет | -15,7            | нет  | нет |
|                      | Красный бутон<br>(обособление<br>цветков) | -4,8             | нет  | нет | -14,2            | нет  | нет |

| Культура               | Фаза                           | 10 % повреждения |      |     | 90 % повреждения |      |     |
|------------------------|--------------------------------|------------------|------|-----|------------------|------|-----|
|                        |                                | Т                | Дата |     | Т                | Дата |     |
|                        |                                |                  | 95 % | 5 % |                  | 95 % | 5 % |
|                        | Розовый бутон                  | -4,1             | нет  | нет | -9,2             | нет  | нет |
|                        | Начало цветения                | -3,3             | нет  | нет | -5,9             | нет  | нет |
|                        | Массовое цветение              | -2,7             | нет  | нет | -4,9             | нет  | нет |
|                        | Окончание цветения             | -2,5             | нет  | нет | -3,9             | нет  | нет |
| Слива<br>(Итальянская) | Набухание почек                | -11,1            | нет  | нет | -17,2            | нет  | нет |
|                        | Белые почки                    | -8,9             | нет  | нет | -16,9            | нет  | нет |
|                        | Зелёный конус                  | -8,1             | нет  | нет | -14,8            | нет  | нет |
|                        | Выдвижение бутонов (кластеры)  | -5,4             | нет  | нет | -11,7            | нет  | нет |
|                        | Разрыхление бутонов            | -4               | нет  | нет | -7,9             | нет  | нет |
|                        | Начало цветения                | -4,3             | нет  | нет | -8,2             | нет  | нет |
|                        | Массовое цветение              | -3,1             | нет  | нет | -6               | нет  | нет |
|                        | Окончание цветения             | -2,6             | нет  | нет | -4,3             | нет  | нет |
| Вишня (Бинг)           | Набухание почек                | -11,1            | нет  | нет | -17,2            | нет  | нет |
|                        | Зелёные почки                  | -5,8             | нет  | нет | -13,4            | нет  | нет |
|                        | Зелёный конус                  | -3,7             | нет  | нет | -10,3            | нет  | нет |
|                        | Выдвижение бутонов (кластеры)  | -3,1             | нет  | нет | -7,9             | нет  | нет |
|                        | Разрыхление бутонов            | -2,7             | нет  | нет | -6,2             | нет  | нет |
|                        | Белый бутон                    | -2,7             | нет  | нет | -4,9             | нет  | нет |
|                        | Начало цветения                | -2,8             | нет  | нет | -4,1             | нет  | нет |
|                        | Полное цветение                | -2,4             | нет  | нет | -3,9             | нет  | нет |
|                        | Окончание цветения             | -2,2             | нет  | нет | -3,6             | нет  | нет |
| Земляника              | Плотные почки                  | -5,6             | нет  | нет | -5,6             | нет  | нет |
|                        | Почки с белыми зачатками листа | -2,2             | нет  | нет | -2,2             | нет  | нет |
|                        | Полное цветение                | -0,6             | нет  | нет | -0,6             | нет  | нет |
|                        | Недозрелые ягоды               | -2,2             | нет  | нет | -2,2             | нет  | нет |

# Приложение Д.1

Рекомендуемая система удобрений молодых насаждений яблони. Данные почвенного анализа учебно-опытного сада яблони (с. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия»), формируемая разработанной программой.

|                |                                                    |      |        |      |      |      |        |          |
|----------------|----------------------------------------------------|------|--------|------|------|------|--------|----------|
| Молодая яблоня | Принципиальная схема, фертигация молодая яблоня га |      |        |      |      |      |        |          |
|                | удобрение                                          | март | апрель | май  | июнь | июль | август | сентябрь |
|                | Fe,кг,почв                                         |      |        |      |      |      |        |          |
|                | ам.сел.т                                           |      |        | 0,15 | 0,1  |      |        |          |
|                | KNO <sub>3</sub> ,т                                |      |        |      |      | 0,1  |        |          |
|                | Фосфорная к-та кг                                  |      |        | 40   | 35   | 30   | 10     |          |
|                | Азотная к-та кг                                    |      |        |      |      |      |        |          |
|                | сул.амм,т                                          |      |        |      |      |      |        |          |
|                | NPK,т*                                             | 0,1  |        |      |      |      |        |          |
|                | аммофос, т                                         |      |        |      |      |      |        |          |
|                | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ,т                  |      |        |      |      |      |        |          |
|                | Пекасид, т                                         | 0    |        |      |      |      |        |          |
|                | Эмбионик, л                                        | 0    |        | 30   | 60   | 30   |        |          |
|                |                                                    |      |        |      |      |      |        |          |
|                | Листовые удобрения, кг/га молодая яблоня           |      |        |      |      |      |        |          |
|                | удобрение                                          | март | апрель | май  | июнь | июль | август | сентябрь |
|                | мочев, кг                                          |      | 8      | 8    | 8    | 8    |        | 60       |
|                | х. Zn, кг                                          |      | 1      |      |      |      |        | 0,5      |
|                | Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                  |      |        |      |      |      |        |          |
|                | х. Fe, кг, лист                                    |      |        |      |      |      |        |          |
|                | MnSO <sub>4</sub> ,кг                              |      |        |      |      |      |        |          |
|                | Вуксал комплекс, л                                 |      |        | 2    | 3    |      |        |          |
|                | MgSO <sub>4</sub> , кг                             |      | 7      | 5    |      |      |        |          |
|                | CaCl, кг                                           |      |        |      |      |      | 0      | 0        |
|                | интерм. В, кг                                      |      | 1      |      |      |      |        | 1,5      |
|                | ин.фосф, кг                                        |      | 2      | 2    | 2    | 2    |        |          |
|                | моноам. фосфат                                     |      |        |      |      |      |        |          |
|                | х. Mn, кг                                          |      |        | 1    | 1    |      |        |          |

|                      |  |  |   |  |  |  |  |
|----------------------|--|--|---|--|--|--|--|
| Каолиновая глина кг  |  |  | 0 |  |  |  |  |
| Известь              |  |  | 0 |  |  |  |  |
| KNO <sub>3</sub> , т |  |  |   |  |  |  |  |

## Приложение Д.2

Рекомендуемая система удобрений вступающих в плодоношение насаждений яблони. Данные почвенного анализа учебно-опытного сада яблони (с. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия»), формируемая разработанной программой.

|                                             |                                                               |       |        |      |      |      |        |          |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------|--------|------|------|------|--------|----------|
| Яблоня вступающая в плодоношение до 20 т/га | <b>Фертигация вступающей в плодоношение яблони до 20т/га</b>  |       |        |      |      |      |        |          |
|                                             | удобрение                                                     | март  | апрель | май  | июнь | июль | август | сентябрь |
|                                             | Fe, кг, почв                                                  | 0     |        |      |      |      |        |          |
|                                             | ам.сел.т                                                      | 0     |        | 0,15 | 0,1  |      |        |          |
|                                             | KNO <sub>3</sub> , т                                          | 0     |        |      |      | 0,1  |        |          |
|                                             | Фосфорная к-та, кг                                            | 0     |        | 30   | 30   | 15   | 10     |          |
|                                             | Азотная к-та, кг                                              | 0     |        |      |      |      |        | 6        |
|                                             | сульфат аммония, т                                            | 0     |        |      |      |      |        |          |
|                                             | NPK, т*                                                       | 0,075 |        |      |      |      |        |          |
|                                             | аммофос, т                                                    | 0     |        |      |      |      |        |          |
|                                             | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , т                            | 0     |        |      |      |      |        |          |
|                                             | Пекасид, т                                                    |       |        |      |      |      |        |          |
|                                             | Эмбионик, л                                                   |       |        | 30   | 60   |      |        |          |
|                                             | <b>Листовые удобрения вступающая в плодоношение до 20т/га</b> |       |        |      |      |      |        |          |
|                                             | удобрение                                                     | март  | апрель | май  | июнь | июль | август | сентябрь |
|                                             | Мочевина, кг                                                  |       | 8      | 8    | 4    |      |        | 60       |
|                                             | х. Zn, кг                                                     |       | 1      |      |      |      |        | 0,5      |
|                                             | Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                             |       |        | 7    | 14   | 21   |        |          |

|                        |  |   |   |   |    |    |     |
|------------------------|--|---|---|---|----|----|-----|
| х.Fe, кг, лист         |  |   |   |   |    |    |     |
| MnSO <sub>4</sub> , кг |  |   |   |   |    |    |     |
| Вуксал комплекс, л     |  |   | 2 | 3 |    |    |     |
| MgSO <sub>4</sub> , кг |  | 7 | 5 |   |    |    |     |
| CaCl, кг               |  |   |   |   |    | 14 | 14  |
| интерм. В, кг          |  | 1 |   |   |    |    | 1,5 |
| ин.фосф, кг            |  | 2 | 2 | 2 | 2  |    |     |
| моноам. фосфат         |  |   |   |   |    |    |     |
| х.Mn, кг               |  |   | 1 |   |    |    |     |
| Каолиновая глина, кг   |  |   |   |   | 30 | 60 |     |
| Известь                |  |   |   |   | 10 | 20 |     |
| KNO <sub>3</sub> , т   |  |   |   |   |    |    |     |

## Приложение Д.3

Рекомендуемая система удобрений вступающих в плодоношение насаждений груши. Данные почвенного анализа учебно-опытного сада яблони (с. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия»), формируемая разработанной программой.

| Груша вступающая в<br>плодоношение до 20 т/га | Фертигация вступающей в плодоношение груши до 20т/га |      |        |      |      |      |        |          |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------|------|--------|------|------|------|--------|----------|
|                                               | удобрение                                            | март | апрель | май  | июнь | июль | август | сентябрь |
|                                               | Fe, кг, почв                                         |      |        | 5    | 5    | 5    |        |          |
|                                               | Аммиачная селитра, т                                 |      |        | 0,15 | 0,1  |      |        |          |
|                                               | KNO <sub>3</sub> , т                                 |      |        |      |      | 0,1  |        |          |
|                                               | Фосфорная к-та, кг                                   |      |        | 30   | 30   | 30   | 10     |          |
|                                               | Азотная к-та, кг                                     |      |        |      |      |      |        | 6        |
|                                               | Сульфат аммония, т                                   |      |        |      |      |      |        |          |
|                                               | NPK, т*                                              | 0,1  |        |      |      |      |        |          |
|                                               | аммофос, т                                           |      |        |      |      |      |        |          |
|                                               | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , т                   |      |        |      |      |      |        |          |
|                                               | Пекасид, т                                           |      |        |      |      |      |        |          |
|                                               | Эмбионик, л                                          |      |        | 30   | 60   |      |        |          |

| Листовые удобрения вступающая в плодоношение груши до 20т/га |      |        |      |      |      |        |          |
|--------------------------------------------------------------|------|--------|------|------|------|--------|----------|
| удобрение                                                    | март | апрель | май  | июнь | июль | август | сентябрь |
| мочевина, кг                                                 |      | 8      | 8    | 8    |      |        | 60       |
| х. Zn, кг                                                    |      | 1      |      |      |      |        | 0,5      |
| Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                            |      |        |      |      |      |        |          |
| х. Fe, кг, лист                                              |      |        | 2    | 2    |      |        |          |
| MnSO <sub>4</sub> , кг                                       |      |        |      |      |      |        |          |
| Вуксал комплекс, л                                           |      |        | 2    | 3    |      |        |          |
| MgSO <sub>4</sub> , кг                                       |      | 7      | 5    | 5    |      |        |          |
| CaCl <sub>2</sub> , кг                                       |      |        |      |      |      |        |          |
| интерм. В, кг                                                |      | 1      |      |      |      |        | 1,5      |
| ин.фосф, кг                                                  |      | 2      | 2    | 2    | 2    |        |          |
| Моноаммоний фосфат                                           |      |        |      |      |      |        |          |
| х. Mn, кг                                                    |      |        |      | 2    | 1    |        |          |
| Каолиновая глина, кг                                         | 60   | 60     | 60   | 60   |      | 60     |          |
| Известь                                                      | 20   | 20     | 20   | 20   |      | 20     |          |
| KNO <sub>3</sub> , т                                         |      | 0,01   | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01   |          |

## Приложение Д.4

Рекомендуемая система удобрений вступающих в плодоношение насаждений персика и нектаринов. Данные почвенного анализа учебно-опытного сада яблони (с. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия»), формируемая разработанной программой.

Персик -  
Нектарин  
вступающая

## Фертигация вступающей в плодоношение персик - нектарин до 10т/га

| удобрение            | март | апрель | май  | июнь | июль | август | сентябрь |
|----------------------|------|--------|------|------|------|--------|----------|
| Fe, кг, почв         |      |        | 5    | 5    | 5    |        |          |
| Аммиачная селитра, т |      |        | 0,15 | 0,1  | 0,1  |        |          |
| KNO <sub>3</sub> , т |      |        |      |      | 0,1  |        |          |

|                                    |       |  |    |    |    |    |   |
|------------------------------------|-------|--|----|----|----|----|---|
| Фосфорная к-та, кг                 |       |  | 40 | 35 | 30 | 15 |   |
| Азотная к-та, кг                   |       |  |    |    |    |    | 6 |
| Сульфат аммония, т                 |       |  |    |    |    |    |   |
| НРК, т*                            | 0,075 |  |    |    |    |    |   |
| аммофос, т                         |       |  |    |    |    |    |   |
| K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , т |       |  |    |    |    |    |   |
| Пекасид, т                         |       |  |    |    |    |    |   |
| Эмбионик, л                        |       |  | 60 | 60 | 30 |    |   |

**Листовые удобрения вступающая в плодоношение персик - нектарин до 10т/га**

| удобрение                         | март | апрель | май | июнь | июль | август | сентябрь |
|-----------------------------------|------|--------|-----|------|------|--------|----------|
| мочевина, кг                      |      | 8      | 8   |      | 20   | 10     |          |
| х. Zn, кг                         |      | 1      |     |      |      |        | 0,5      |
| Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> |      |        | 4   | 3    |      |        |          |
| х. Fe, кг, лист                   |      |        |     |      |      |        |          |
| MnSO <sub>4</sub> , кг            |      |        |     |      |      |        |          |
| Вуксал комплекс, л                |      |        |     |      |      |        |          |
| MgSO <sub>4</sub> , кг            |      |        |     |      | 10   | 10     |          |
| CaCl, кг                          |      |        |     |      |      |        |          |
| интерм. В, кг                     |      | 1      |     |      |      |        | 1,5      |
| ин.фосф, кг                       |      | 2      | 2   | 2    |      |        |          |
| Моноаммоний фосфат                |      |        |     |      |      |        |          |
| х. Mn, кг                         |      |        |     |      |      |        |          |
| Каолиновая глина кг               | 60   |        |     |      |      |        |          |
| Известь                           | 20   |        |     |      |      |        |          |
| KNO <sub>3</sub> , т              |      |        |     |      |      |        |          |

## Приложение Е.1

Расчёт водопотребления насаждений сливы за вегетационный период при схеме посадки 6,0х4,0 м. Расчётные данные по районам Республики Крым

|                                      |                       |    |                                         |    |                     |   |
|--------------------------------------|-----------------------|----|-----------------------------------------|----|---------------------|---|
| Схема посадки:                       | Ширина междурядий, м. | 6  | Расстояние между растениями в ряду, м   | 4  | Площадь участка, га | 1 |
| Оптимальный водный дефицит, % от ППВ |                       | 70 |                                         |    |                     |   |
| Начало полива, месяц (цифрой)        |                       | 5  | Конец поливного периода, месяц (цифрой) | 10 |                     |   |

|                                             | Январь | Февраль | Март  | Апрель | Май    | Июнь   | Июль    | Август  | Сентябрь | Октябрь | Ноябрь | Декабрь | За год  |
|---------------------------------------------|--------|---------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|----------|---------|--------|---------|---------|
|                                             | 1      | 2       | 3     | 4      | 5      | 6      | 7       | 8       | 9        | 10      | 11     | 12      |         |
| <b>Алуштинский ГО</b>                       |        |         |       |        |        |        |         |         |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                           | 23,0   | 10,5    | -12,4 | -62,8  | -78,6  | -134,3 | -182,4  | -228,7  | -133,2   | -45,2   | -8,4   | 27,1    | -885,90 |
| Орошение, куб.м/га                          | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 524,27 | 895,02 | 1215,70 | 1524,57 | 888,10   | 301,48  | 0,00   | 0,00    | 5349,14 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 367,0  | 626,5  | 851,0   | 1067,2  | 621,7    | 211,0   | 0,0    | 0,0     | 3744,4  |
| <b>Бахчисарайский район</b>                 |        |         |       |        |        |        |         |         |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                           | 26,4   | -8,4    | -16,4 | -66,3  | -60,4  | -86,9  | -132,8  | -169,1  | -66,5    | -24,1   | 0,1    | 25,5    | -630,94 |
| Орошение, куб.м/га                          | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 402,78 | 579,64 | 885,56  | 1127,18 | 443,27   | 160,45  | 0,00   | 0,00    | 3598,88 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 281,9  | 405,8  | 619,9   | 789,0   | 310,3    | 112,3   | 0,0    | 0,0     | 2519,2  |
| <b>Белогорский район</b>                    |        |         |       |        |        |        |         |         |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                           | 21,8   | 3,5     | -10,2 | -58,5  | -68,8  | -65,2  | -105,8  | -181,0  | -81,1    | -0,8    | -0,2   | 10,2    | -571,65 |
| Орошение, куб.м/га                          | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 458,92 | 434,46 | 705,21  | 1206,49 | 540,74   | 5,66    | 0,00   | 0,00    | 3351,48 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 321,2  | 304,1  | 493,6   | 844,5   | 378,5    | 4,0     | 0,0    | 0,0     | 2346,0  |
| <b>Джанкойский район</b>                    |        |         |       |        |        |        |         |         |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                           | 26,2   | 2,4     | -15,2 | -52,3  | -39,6  | -100,6 | -164,3  | -191,0  | -76,6    | -18,6   | -5,9   | 22,3    | -664,10 |
| Орошение, куб.м/га                          | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 264,17 | 670,73 | 1095,08 | 1273,41 | 510,38   | 124,13  | 0,00   | 0,00    | 3937,91 |

|                                                               | Январь | Февраль | Март  | Апрель | Май    | Июнь   | Июль    | Август  | Сентябрь | Октябрь | Ноябрь | Декабрь | За год  |
|---------------------------------------------------------------|--------|---------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|----------|---------|--------|---------|---------|
|                                                               | 1      | 2       | 3     | 4      | 5      | 6      | 7       | 8       | 9        | 10      | 11     | 12      |         |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м                   | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 184,9  | 469,5  | 766,6   | 891,4   | 357,3    | 86,9    | 0,0    | 0,0     | 2756,5  |
| <b>Евпаторийский ГО, Сакский район</b>                        |        |         |       |        |        |        |         |         |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                                             | 26,2   | 3,4     | -15,2 | -51,3  | -71,4  | -98,2  | -166,9  | -190,8  | -74,7    | -31,9   | -6,4   | 20,1    | -706,79 |
| Орошение, куб.м/га                                            | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 476,18 | 654,52 | 1112,50 | 1272,22 | 497,96   | 212,39  | 0,00   | 0,00    | 4225,76 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м                   | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 333,3  | 458,2  | 778,7   | 890,6   | 348,6    | 148,7   | 0,0    | 0,0     | 2958,0  |
| <b>Кировский район</b>                                        |        |         |       |        |        |        |         |         |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                                             | 19,9   | 11,8    | -4,9  | -48,2  | -61,4  | -80,5  | -145,1  | -184,9  | -103,6   | -23,0   | 5,5    | 30,0    | -651,61 |
| Орошение, куб.м/га                                            | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 409,35 | 536,70 | 967,64  | 1232,51 | 690,73   | 153,11  | 0,00   | 0,00    | 3990,04 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м                   | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 286,5  | 375,7  | 677,3   | 862,8   | 483,5    | 107,2   | 0,0    | 0,0     | 2793,0  |
| <b>Красногвардейский район</b>                                |        |         |       |        |        |        |         |         |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                                             | 30,2   | 6,3     | -11,8 | -51,4  | -70,2  | -81,8  | -167,2  | -175,3  | -87,6    | -13,9   | 0,7    | 27,8    | -659,25 |
| Орошение, куб.м/га                                            | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 467,95 | 545,40 | 1114,34 | 1168,98 | 583,97   | 92,62   | 0,00   | 0,00    | 3973,25 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м                   | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 327,6  | 381,8  | 780,0   | 818,3   | 408,8    | 64,8    | 0,0    | 0,0     | 2781,3  |
| <b>Краснопереконский, Первомайский, Раздольненский районы</b> |        |         |       |        |        |        |         |         |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                                             | 17,5   | -0,7    | -22,1 | -56,5  | -85,7  | -108,8 | -167,0  | -180,9  | -78,8    | -29,5   | -7,6   | 8,4     | -737,64 |
| Орошение, куб.м/га                                            | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 571,14 | 725,23 | 1113,51 | 1206,17 | 525,26   | 196,89  | 0,00   | 0,00    | 4338,19 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м                   | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 399,8  | 507,7  | 779,5   | 844,3   | 367,7    | 137,8   | 0,0    | 0,0     | 3036,7  |
| <b>Ленинский район</b>                                        |        |         |       |        |        |        |         |         |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                                             | 18,5   | 2,2     | -1,0  | -30,2  | -64,9  | -89,6  | -162,6  | -186,2  | -110,5   | -42,4   | -19,9  | 11,3    | -707,28 |
| Орошение, куб.м/га                                            | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 432,83 | 597,61 | 1084,04 | 1241,66 | 736,39   | 282,85  | 0,00   | 0,00    | 4375,38 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м                   | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 303,0  | 418,3  | 758,8   | 869,2   | 515,5    | 198,0   | 0,0    | 0,0     | 3062,8  |

|                                             | Январь | Февраль | Март  | Апрель | Май    | Июнь   | Июль    | Август  | Сентябрь | Октябрь | Ноябрь | Декабрь | За год  |
|---------------------------------------------|--------|---------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|----------|---------|--------|---------|---------|
|                                             | 1      | 2       | 3     | 4      | 5      | 6      | 7       | 8       | 9        | 10      | 11     | 12      |         |
| <b>Нижегородский, Советский районы</b>      |        |         |       |        |        |        |         |         |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                           | 23,1   | 2,9     | -11,3 | -41,7  | -54,0  | -71,6  | -146,3  | -189,6  | -86,8    | -11,9   | -5,4   | 17,9    | -618,50 |
| Орошение, куб.м/га                          | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 359,78 | 477,16 | 975,11  | 1264,29 | 578,47   | 79,13   | 0,00   | 0,00    | 3733,93 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 251,8  | 334,0  | 682,6   | 885,0   | 404,9    | 55,4    | 0,0    | 0,0     | 2613,8  |
| <b>ГО Севастополь</b>                       |        |         |       |        |        |        |         |         |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                           | 15,3   | -23,5   | -24,9 | -67,0  | -81,2  | -77,6  | -141,1  | -145,8  | -81,7    | -33,0   | -34,4  | -6,4    | -716,72 |
| Орошение, куб.м/га                          | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 541,55 | 517,11 | 940,94  | 971,84  | 544,50   | 219,93  | 0,00   | 0,00    | 3735,87 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 379,1  | 362,0  | 658,7   | 680,3   | 381,2    | 154,0   | 0,0    | 0,0     | 2615,1  |
| <b>Симферопольский район</b>                |        |         |       |        |        |        |         |         |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                           | 31,7   | 6,3     | -13,7 | -55,2  | -54,8  | -85,7  | -133,2  | -198,2  | -100,1   | -5,8    | 8,6    | 33,0    | -646,72 |
| Орошение, куб.м/га                          | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 365,53 | 571,47 | 888,08  | 1321,38 | 667,28   | 38,67   | 0,00   | 0,00    | 3852,41 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 255,9  | 400,0  | 621,7   | 925,0   | 467,1    | 27,1    | 0,0    | 0,0     | 2696,7  |
| <b>ГО Судак</b>                             |        |         |       |        |        |        |         |         |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                           | -13,7  | -15,1   | -47,8 | -102,5 | -110,7 | -126,0 | -197,8  | -167,1  | -95,2    | -35,7   | -8,3   | -19,9   | -939,76 |
| Орошение, куб.м/га                          | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 737,79 | 840,08 | 1318,67 | 1114,16 | 634,50   | 237,88  | 0,00   | 0,00    | 4883,08 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 516,5  | 588,1  | 923,1   | 779,9   | 444,1    | 166,5   | 0,0    | 0,0     | 3418,2  |
| <b>ГО Феодосия</b>                          |        |         |       |        |        |        |         |         |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                           | 16,5   | 5,4     | -18,3 | -53,0  | -77,5  | -117,0 | -169,2  | -209,8  | -114,5   | -22,4   | 3,2    | 20,5    | -781,78 |
| Орошение, куб.м/га                          | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 516,36 | 779,92 | 1128,16 | 1398,96 | 763,36   | 149,55  | 0,00   | 0,00    | 4736,31 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 361,5  | 545,9  | 789,7   | 979,3   | 534,4    | 104,7   | 0,0    | 0,0     | 3315,4  |
| <b>Черноморский район</b>                   |        |         |       |        |        |        |         |         |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                           | 21,7   | 4,1     | -21,1 | -35,7  | -51,8  | -77,5  | -124,8  | -148,2  | -83,4    | -10,1   | -13,2  | 9,0     | -565,78 |
| Орошение, куб.м/га                          | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 345,62 | 516,63 | 831,82  | 987,92  | 555,84   | 67,01   | 0,00   | 0,00    | 3304,83 |

|                                             | Январь | Февраль | Март | Апрель | Май    | Июнь   | Июль    | Август  | Сентябрь | Октябрь | Ноябрь | Декабрь | За год  |
|---------------------------------------------|--------|---------|------|--------|--------|--------|---------|---------|----------|---------|--------|---------|---------|
|                                             | 1      | 2       | 3    | 4      | 5      | 6      | 7       | 8       | 9        | 10      | 11     | 12      |         |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м | 0,0    | 0,0     | 0,0  | 0,0    | 241,9  | 361,6  | 582,3   | 691,5   | 389,1    | 46,9    | 0,0    | 0,0     | 2313,4  |
| <b>ГО Ялта</b>                              |        |         |      |        |        |        |         |         |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                           | 47,4   | 21,3    | -1,0 | -55,4  | -71,5  | -131,4 | -178,0  | -204,9  | -119,6   | -43,7   | 3,8    | 62,3    | -805,65 |
| Орошение, куб.м/га                          | 0,00   | 0,00    | 0,00 | 0,00   | 476,49 | 876,29 | 1187,00 | 1366,14 | 797,34   | 291,59  | 0,00   | 0,00    | 4994,84 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м | 0,0    | 0,0     | 0,0  | 0,0    | 333,5  | 613,4  | 830,9   | 956,3   | 558,1    | 204,1   | 0,0    | 0,0     | 3496,4  |

## Приложение Е.2

Расчёт водопотребления насаждений сливы за вегетационный период при схеме посадки 5,0х3,0 м. Расчётные данные по районам Республики Крым

|                                      |                       |    |                                         |    |                     |   |
|--------------------------------------|-----------------------|----|-----------------------------------------|----|---------------------|---|
| Схема посадки:                       | Ширина междурядий, м. | 5  | Расстояние между растениями в ряду, м   | 3  | Площадь участка, га | 1 |
| Оптимальный водный дефицит, % от ППВ |                       | 70 |                                         |    |                     |   |
| Начало полива, месяц (цифрой)        |                       | 5  | Конец поливного периода, месяц (цифрой) | 10 |                     |   |

|                                             | Январь | Февраль | Март  | Апрель | Май    | Июнь   | Июль    | Август  | Сентябрь | Октябрь | Ноябрь | Декабрь | За год  |
|---------------------------------------------|--------|---------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|----------|---------|--------|---------|---------|
|                                             | 1      | 2       | 3     | 4      | 5      | 6      | 7       | 8       | 9        | 10      | 11     | 12      |         |
| <b>Алуштинский ГО</b>                       |        |         |       |        |        |        |         |         |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                           | 23,0   | 10,5    | -12,4 | -62,8  | -78,6  | -134,3 | -182,4  | -228,7  | -133,2   | -45,2   | -8,4   | 27,1    | -885,90 |
| Орошение, куб.м/га                          | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 471,84 | 805,51 | 1094,13 | 1372,11 | 799,29   | 271,33  | 0,00   | 0,00    | 4814,22 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 330,3  | 563,9  | 765,9   | 960,5   | 559,5    | 189,9   | 0,0    | 0,0     | 3370,0  |
| <b>Бахчисарайский район</b>                 |        |         |       |        |        |        |         |         |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                           | 26,4   | -8,4    | -16,4 | -66,3  | -60,4  | -86,9  | -132,8  | -169,1  | -66,5    | -24,1   | 0,1    | 25,5    | -630,94 |
| Орошение, куб.м/га                          | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 362,50 | 521,68 | 797,00  | 1014,46 | 398,95   | 144,40  | 0,00   | 0,00    | 3238,99 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 253,8  | 365,2  | 557,9   | 710,1   | 279,3    | 101,1   | 0,0    | 0,0     | 2267,3  |
| <b>Белогорский район</b>                    |        |         |       |        |        |        |         |         |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                           | 21,8   | 3,5     | -10,2 | -58,5  | -68,8  | -65,2  | -105,8  | -181,0  | -81,1    | -0,8    | -0,2   | 10,2    | -571,65 |
| Орошение, куб.м/га                          | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 413,03 | 391,02 | 634,69  | 1085,84 | 486,67   | 5,09    | 0,00   | 0,00    | 3016,34 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 289,1  | 273,7  | 444,3   | 760,1   | 340,7    | 3,6     | 0,0    | 0,0     | 2111,4  |
| <b>Джанкойский район</b>                    |        |         |       |        |        |        |         |         |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                           | 26,2   | 2,4     | -15,2 | -52,3  | -39,6  | -100,6 | -164,3  | -191,0  | -76,6    | -18,6   | -5,9   | 22,3    | -664,10 |
| Орошение, куб.м/га                          | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 237,76 | 603,66 | 985,58  | 1146,07 | 459,34   | 111,72  | 0,00   | 0,00    | 3544,12 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 166,4  | 422,6  | 689,9   | 802,3   | 321,5    | 78,2    | 0,0    | 0,0     | 2480,9  |

|                                                        | Январь | Февраль | Март  | Апрель | Май    | Июнь   | Июль    | Август  | Сентябрь | Октябрь | Ноябрь | Декабрь | За год  |
|--------------------------------------------------------|--------|---------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|----------|---------|--------|---------|---------|
|                                                        | 1      | 2       | 3     | 4      | 5      | 6      | 7       | 8       | 9        | 10      | 11     | 12      |         |
| Евпаторийский ГО, Сакский район                        |        |         |       |        |        |        |         |         |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                                      | 26,2   | 3,4     | -15,2 | -51,3  | -71,4  | -98,2  | -166,9  | -190,8  | -74,7    | -31,9   | -6,4   | 20,1    | -706,79 |
| Орошение, куб.м/га                                     | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 428,56 | 589,07 | 1001,25 | 1144,99 | 448,17   | 191,15  | 0,00   | 0,00    | 3803,19 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м            | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 300,0  | 412,3  | 700,9   | 801,5   | 313,7    | 133,8   | 0,0    | 0,0     | 2662,2  |
| Кировский район                                        |        |         |       |        |        |        |         |         |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                                      | 19,9   | 11,8    | -4,9  | -48,2  | -61,4  | -80,5  | -145,1  | -184,9  | -103,6   | -23,0   | 5,5    | 30,0    | -651,61 |
| Орошение, куб.м/га                                     | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 368,41 | 483,03 | 870,87  | 1109,26 | 621,65   | 137,80  | 0,00   | 0,00    | 3591,03 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м            | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 257,9  | 338,1  | 609,6   | 776,5   | 435,2    | 96,5    | 0,0    | 0,0     | 2513,7  |
| Красногвардейский район                                |        |         |       |        |        |        |         |         |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                                      | 30,2   | 6,3     | -11,8 | -51,4  | -70,2  | -81,8  | -167,2  | -175,3  | -87,6    | -13,9   | 0,7    | 27,8    | -659,25 |
| Орошение, куб.м/га                                     | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 421,15 | 490,86 | 1002,90 | 1052,08 | 525,57   | 83,36   | 0,00   | 0,00    | 3575,93 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м            | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 294,8  | 343,6  | 702,0   | 736,5   | 367,9    | 58,3    | 0,0    | 0,0     | 2503,1  |
| Краснопереконский, Первомайский, Раздольненский районы |        |         |       |        |        |        |         |         |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                                      | 17,5   | -0,7    | -22,1 | -56,5  | -85,7  | -108,8 | -167,0  | -180,9  | -78,8    | -29,5   | -7,6   | 8,4     | -737,64 |
| Орошение, куб.м/га                                     | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 514,03 | 652,70 | 1002,16 | 1085,56 | 472,73   | 177,20  | 0,00   | 0,00    | 3904,38 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м            | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 359,8  | 456,9  | 701,5   | 759,9   | 330,9    | 124,0   | 0,0    | 0,0     | 2733,1  |
| Ленинский район                                        |        |         |       |        |        |        |         |         |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                                      | 18,5   | 2,2     | -1,0  | -30,2  | -64,9  | -89,6  | -162,6  | -186,2  | -110,5   | -42,4   | -19,9  | 11,3    | -707,28 |
| Орошение, куб.м/га                                     | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 389,54 | 537,85 | 975,64  | 1117,50 | 662,75   | 254,57  | 0,00   | 0,00    | 3937,84 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м            | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 272,7  | 376,5  | 682,9   | 782,2   | 463,9    | 178,2   | 0,0    | 0,0     | 2756,5  |
| Нижнегорский, Советский районы                         |        |         |       |        |        |        |         |         |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                                      | 23,1   | 2,9     | -11,3 | -41,7  | -54,0  | -71,6  | -146,3  | -189,6  | -86,8    | -11,9   | -5,4   | 17,9    | -618,50 |
| Орошение, куб.м/га                                     | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 323,80 | 429,44 | 877,59  | 1137,86 | 520,62   | 71,22   | 0,00   | 0,00    | 3360,54 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м            | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 226,7  | 300,6  | 614,3   | 796,5   | 364,4    | 49,9    | 0,0    | 0,0     | 2352,4  |
| ГО Севастополь                                         |        |         |       |        |        |        |         |         |          |         |        |         |         |

|                                             | Январь | Февраль | Март  | Апрель | Май    | Июнь   | Июль    | Август  | Сентябрь | Октябрь | Ноябрь | Декабрь | За год  |
|---------------------------------------------|--------|---------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|----------|---------|--------|---------|---------|
|                                             | 1      | 2       | 3     | 4      | 5      | 6      | 7       | 8       | 9        | 10      | 11     | 12      |         |
| Водный баланс, мм                           | 15,3   | -23,5   | -24,9 | -67,0  | -81,2  | -77,6  | -141,1  | -145,8  | -81,7    | -33,0   | -34,4  | -6,4    | -716,72 |
| Орошение, куб.м/га                          | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 487,40 | 465,40 | 846,84  | 874,66  | 490,05   | 197,94  | 0,00   | 0,00    | 3362,28 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 341,2  | 325,8  | 592,8   | 612,3   | 343,0    | 138,6   | 0,0    | 0,0     | 2353,6  |
| <b>Симферопольский район</b>                |        |         |       |        |        |        |         |         |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                           | 31,7   | 6,3     | -13,7 | -55,2  | -54,8  | -85,7  | -133,2  | -198,2  | -100,1   | -5,8    | 8,6    | 33,0    | -646,72 |
| Орошение, куб.м/га                          | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 328,97 | 514,33 | 799,27  | 1189,24 | 600,55   | 34,81   | 0,00   | 0,00    | 3467,17 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 230,3  | 360,0  | 559,5   | 832,5   | 420,4    | 24,4    | 0,0    | 0,0     | 2427,0  |
| <b>ГО Судак</b>                             |        |         |       |        |        |        |         |         |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                           | -13,7  | -15,1   | -47,8 | -102,5 | -110,7 | -126,0 | -197,8  | -167,1  | -95,2    | -35,7   | -8,3   | -19,9   | -939,76 |
| Орошение, куб.м/га                          | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 664,01 | 756,07 | 1186,80 | 1002,74 | 571,05   | 214,09  | 0,00   | 0,00    | 4394,77 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 464,8  | 529,3  | 830,8   | 701,9   | 399,7    | 149,9   | 0,0    | 0,0     | 3076,3  |
| <b>ГО Феодосия</b>                          |        |         |       |        |        |        |         |         |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                           | 16,5   | 5,4     | -18,3 | -53,0  | -77,5  | -117,0 | -169,2  | -209,8  | -114,5   | -22,4   | 3,2    | 20,5    | -781,78 |
| Орошение, куб.м/га                          | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 464,73 | 701,93 | 1015,35 | 1259,06 | 687,03   | 134,59  | 0,00   | 0,00    | 4262,68 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 325,3  | 491,4  | 710,7   | 881,3   | 480,9    | 94,2    | 0,0    | 0,0     | 2983,9  |
| <b>Черноморский район</b>                   |        |         |       |        |        |        |         |         |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                           | 21,7   | 4,1     | -21,1 | -35,7  | -51,8  | -77,5  | -124,8  | -148,2  | -83,4    | -10,1   | -13,2  | 9,0     | -565,78 |
| Орошение, куб.м/га                          | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 311,06 | 464,96 | 748,64  | 889,13  | 500,25   | 60,31   | 0,00   | 0,00    | 2974,35 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 217,7  | 325,5  | 524,0   | 622,4   | 350,2    | 42,2    | 0,0    | 0,0     | 2082,0  |
| <b>ГО Ялта</b>                              |        |         |       |        |        |        |         |         |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                           | 47,4   | 21,3    | -1,0  | -55,4  | -71,5  | -131,4 | -178,0  | -204,9  | -119,6   | -43,7   | 3,8    | 62,3    | -805,65 |
| Орошение, куб.м/га                          | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 428,84 | 788,66 | 1068,30 | 1229,53 | 717,61   | 262,43  | 0,00   | 0,00    | 4495,36 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 300,2  | 552,1  | 747,8   | 860,7   | 502,3    | 183,7   | 0,0    | 0,0     | 3146,8  |

### Приложение Е.3

Расчёт водопотребления насаждений сливы за вегетационный период при схеме посадки 4,0х1,5 м. Расчётные данные по районам Республики Крым

|                                      |                       |    |                                         |     |                     |   |
|--------------------------------------|-----------------------|----|-----------------------------------------|-----|---------------------|---|
| Схема посадки:                       | Ширина междурядий, м. | 4  | Расстояние между растениями в ряду, м   | 1,5 | Площадь участка, га | 1 |
| Оптимальный водный дефицит, % от ППВ |                       | 70 |                                         |     |                     |   |
| Начало полива, месяц (цифрой)        |                       | 5  | Конец поливного периода, месяц (цифрой) | 10  |                     |   |

|                                             | Январь | Февраль | Март  | Апрель | Май    | Июнь   | Июль   | Август | Сентябрь | Октябрь | Ноябрь | Декабрь | За год  |
|---------------------------------------------|--------|---------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|---------|--------|---------|---------|
|                                             | 1      | 2       | 3     | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9        | 10      | 11     | 12      |         |
| Алуштинский ГО                              |        |         |       |        |        |        |        |        |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                           | 23,0   | 10,5    | -12,4 | -62,8  | -78,6  | -134,3 | -182,4 | -228,7 | -133,2   | -45,2   | -8,4   | 27,1    | -885,90 |
| Орошение, куб.м/га                          | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 294,90 | 503,45 | 683,83 | 857,57 | 499,56   | 169,58  | 0,00   | 0,00    | 3008,89 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 206,4  | 352,4  | 478,7  | 600,3  | 349,7    | 118,7   | 0,0    | 0,0     | 2106,2  |
| Бахчисарайский район                        |        |         |       |        |        |        |        |        |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                           | 26,4   | -8,4    | -16,4 | -66,3  | -60,4  | -86,9  | -132,8 | -169,1 | -66,5    | -24,1   | 0,1    | 25,5    | -630,94 |
| Орошение, куб.м/га                          | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 226,56 | 326,05 | 498,12 | 634,04 | 249,34   | 90,25   | 0,00   | 0,00    | 2024,37 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 158,6  | 228,2  | 348,7  | 443,8  | 174,5    | 63,2    | 0,0    | 0,0     | 1417,1  |
| Белогорский район                           |        |         |       |        |        |        |        |        |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                           | 21,8   | 3,5     | -10,2 | -58,5  | -68,8  | -65,2  | -105,8 | -181,0 | -81,1    | -0,8    | -0,2   | 10,2    | -571,65 |
| Орошение, куб.м/га                          | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 258,14 | 244,39 | 396,68 | 678,65 | 304,17   | 3,18    | 0,00   | 0,00    | 1885,21 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 180,7  | 171,1  | 277,7  | 475,1  | 212,9    | 2,2     | 0,0    | 0,0     | 1319,6  |
| Джанкойский район                           |        |         |       |        |        |        |        |        |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                           | 26,2   | 2,4     | -15,2 | -52,3  | -39,6  | -100,6 | -164,3 | -191,0 | -76,6    | -18,6   | -5,9   | 22,3    | -664,10 |
| Орошение, куб.м/га                          | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 148,60 | 377,29 | 615,98 | 716,29 | 287,09   | 69,83   | 0,00   | 0,00    | 2215,08 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 104,0  | 264,1  | 431,2  | 501,4  | 201,0    | 48,9    | 0,0    | 0,0     | 1550,6  |
| Евпаторийский ГО, Сакский район             |        |         |       |        |        |        |        |        |          |         |        |         |         |

|                                                               | Январь | Февраль | Март  | Апрель | Май    | Июнь   | Июль   | Август | Сентябрь | Октябрь | Ноябрь | Декабрь | За год  |
|---------------------------------------------------------------|--------|---------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|---------|--------|---------|---------|
|                                                               | 1      | 2       | 3     | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9        | 10      | 11     | 12      |         |
| Водный баланс, мм                                             | 26,2   | 3,4     | -15,2 | -51,3  | -71,4  | -98,2  | -166,9 | -190,8 | -74,7    | -31,9   | -6,4   | 20,1    | -706,79 |
| Орошение, куб.м/га                                            | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 267,85 | 368,17 | 625,78 | 715,62 | 280,11   | 119,47  | 0,00   | 0,00    | 2376,99 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м                   | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 187,5  | 257,7  | 438,0  | 500,9  | 196,1    | 83,6    | 0,0    | 0,0     | 1663,9  |
| <b>Кировский район</b>                                        |        |         |       |        |        |        |        |        |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                                             | 19,9   | 11,8    | -4,9  | -48,2  | -61,4  | -80,5  | -145,1 | -184,9 | -103,6   | -23,0   | 5,5    | 30,0    | -651,61 |
| Орошение, куб.м/га                                            | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 230,26 | 301,89 | 544,30 | 693,29 | 388,53   | 86,13   | 0,00   | 0,00    | 2244,40 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м                   | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 161,2  | 211,3  | 381,0  | 485,3  | 272,0    | 60,3    | 0,0    | 0,0     | 1571,1  |
| <b>Красногвардейский район</b>                                |        |         |       |        |        |        |        |        |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                                             | 30,2   | 6,3     | -11,8 | -51,4  | -70,2  | -81,8  | -167,2 | -175,3 | -87,6    | -13,9   | 0,7    | 27,8    | -659,25 |
| Орошение, куб.м/га                                            | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 263,22 | 306,79 | 626,81 | 657,55 | 328,48   | 52,10   | 0,00   | 0,00    | 2234,95 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м                   | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 184,3  | 214,8  | 438,8  | 460,3  | 229,9    | 36,5    | 0,0    | 0,0     | 1564,5  |
| <b>Краснопереконский, Первомайский, Раздольненский районы</b> |        |         |       |        |        |        |        |        |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                                             | 17,5   | -0,7    | -22,1 | -56,5  | -85,7  | -108,8 | -167,0 | -180,9 | -78,8    | -29,5   | -7,6   | 8,4     | -737,64 |
| Орошение, куб.м/га                                            | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 321,27 | 407,94 | 626,35 | 678,47 | 295,46   | 110,75  | 0,00   | 0,00    | 2440,23 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м                   | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 224,9  | 285,6  | 438,4  | 474,9  | 206,8    | 77,5    | 0,0    | 0,0     | 1708,2  |
| <b>Ленинский район</b>                                        |        |         |       |        |        |        |        |        |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                                             | 18,5   | 2,2     | -1,0  | -30,2  | -64,9  | -89,6  | -162,6 | -186,2 | -110,5   | -42,4   | -19,9  | 11,3    | -707,28 |
| Орошение, куб.м/га                                            | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 243,46 | 336,15 | 609,77 | 698,44 | 414,22   | 159,10  | 0,00   | 0,00    | 2461,15 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м                   | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 170,4  | 235,3  | 426,8  | 488,9  | 290,0    | 111,4   | 0,0    | 0,0     | 1722,8  |
| <b>Нижегородский, Советский районы</b>                        |        |         |       |        |        |        |        |        |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                                             | 23,1   | 2,9     | -11,3 | -41,7  | -54,0  | -71,6  | -146,3 | -189,6 | -86,8    | -11,9   | -5,4   | 17,9    | -618,50 |
| Орошение, куб.м/га                                            | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 202,38 | 268,40 | 548,50 | 711,16 | 325,39   | 44,51   | 0,00   | 0,00    | 2100,34 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м                   | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 141,7  | 187,9  | 383,9  | 497,8  | 227,8    | 31,2    | 0,0    | 0,0     | 1470,2  |
| <b>ГО Севастополь</b>                                         |        |         |       |        |        |        |        |        |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                                             | 15,3   | -23,5   | -24,9 | -67,0  | -81,2  | -77,6  | -141,1 | -145,8 | -81,7    | -33,0   | -34,4  | -6,4    | -716,72 |

|                                             | Январь | Февраль | Март  | Апрель | Май    | Июнь   | Июль   | Август | Сентябрь | Октябрь | Ноябрь | Декабрь | За год  |
|---------------------------------------------|--------|---------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|---------|--------|---------|---------|
|                                             | 1      | 2       | 3     | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9        | 10      | 11     | 12      |         |
| Орошение, куб.м/га                          | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 304,62 | 290,87 | 529,28 | 546,66 | 306,28   | 123,71  | 0,00   | 0,00    | 2101,43 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 213,2  | 203,6  | 370,5  | 382,7  | 214,4    | 86,6    | 0,0    | 0,0     | 1471,0  |
| <b>Симферопольский район</b>                |        |         |       |        |        |        |        |        |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                           | 31,7   | 6,3     | -13,7 | -55,2  | -54,8  | -85,7  | -133,2 | -198,2 | -100,1   | -5,8    | 8,6    | 33,0    | -646,72 |
| Орошение, куб.м/га                          | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 205,61 | 321,45 | 499,54 | 743,28 | 375,34   | 21,75   | 0,00   | 0,00    | 2166,98 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 143,9  | 225,0  | 349,7  | 520,3  | 262,7    | 15,2    | 0,0    | 0,0     | 1516,9  |
| <b>ГО Судак</b>                             |        |         |       |        |        |        |        |        |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                           | -13,7  | -15,1   | -47,8 | -102,5 | -110,7 | -126,0 | -197,8 | -167,1 | -95,2    | -35,7   | -8,3   | -19,9   | -939,76 |
| Орошение, куб.м/га                          | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 415,01 | 472,55 | 741,75 | 626,72 | 356,91   | 133,81  | 0,00   | 0,00    | 2746,73 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 290,5  | 330,8  | 519,2  | 438,7  | 249,8    | 93,7    | 0,0    | 0,0     | 1922,7  |
| <b>ГО Феодосия</b>                          |        |         |       |        |        |        |        |        |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                           | 16,5   | 5,4     | -18,3 | -53,0  | -77,5  | -117,0 | -169,2 | -209,8 | -114,5   | -22,4   | 3,2    | 20,5    | -781,78 |
| Орошение, куб.м/га                          | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 290,45 | 438,71 | 634,59 | 786,91 | 429,39   | 84,12   | 0,00   | 0,00    | 2664,18 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 203,3  | 307,1  | 444,2  | 550,8  | 300,6    | 58,9    | 0,0    | 0,0     | 1864,9  |
| <b>Черноморский район</b>                   |        |         |       |        |        |        |        |        |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                           | 21,7   | 4,1     | -21,1 | -35,7  | -51,8  | -77,5  | -124,8 | -148,2 | -83,4    | -10,1   | -13,2  | 9,0     | -565,78 |
| Орошение, куб.м/га                          | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 194,41 | 290,60 | 467,90 | 555,70 | 312,66   | 37,69   | 0,00   | 0,00    | 1858,97 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 136,1  | 203,4  | 327,5  | 389,0  | 218,9    | 26,4    | 0,0    | 0,0     | 1301,3  |
| <b>ГО Ялта</b>                              |        |         |       |        |        |        |        |        |          |         |        |         |         |
| Водный баланс, мм                           | 47,4   | 21,3    | -1,0  | -55,4  | -71,5  | -131,4 | -178,0 | -204,9 | -119,6   | -43,7   | 3,8    | 62,3    | -805,65 |
| Орошение, куб.м/га                          | 0,00   | 0,00    | 0,00  | 0,00   | 268,02 | 492,91 | 667,69 | 768,45 | 448,51   | 164,02  | 0,00   | 0,00    | 2809,60 |
| Орошение на всю площадь с учётом ППВ, куб.м | 0,0    | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 187,6  | 345,0  | 467,4  | 537,9  | 314,0    | 114,8   | 0,0    | 0,0     | 1966,7  |

## Приложение Ж.1

Изменение скорости ветра при удалении от лесополосы непродуваемого типа (опушка по периметру сада)

| Расстояние<br>от точки<br>отсчёта<br>(края<br>сада), м | Скорость ветра, м/с |    |     |     |            |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |
|--------------------------------------------------------|---------------------|----|-----|-----|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
|                                                        | 5                   | 3  | 2   | 1   | Лесополоса | 1    | 2    | 3    | 5    | 10   | 15   | 20   | 25   | 30    | 35   |
| 0                                                      | 10                  | 10 | 8,6 | 7,5 | Дерево     | 1,8  | 2,5  | 2,5  | 2,2  | 3,6  | 4,2  | 5,7  | 7,7  | 10,2  | 8,6  |
| 4                                                      | 10                  | 10 | 8,6 | 7,5 |            | 2    | 2,5  | 2,5  | 2,4  | 3,7  | 4,2  | 5,7  | 7,7  | 10,2  | 8,6  |
| 8                                                      | 10                  | 10 | 8,6 | 7,5 | дерево     | 1,7  | 2,5  | 2,5  | 2,1  | 3,6  | 4,2  | 5,7  | 7,7  | 10,2  | 8,6  |
| 12                                                     | 10                  | 10 | 8,6 | 7,5 |            | 1,9  | 2,5  | 2,5  | 2,4  | 3,5  | 4,2  | 5,7  | 7,7  | 10,2  | 8,6  |
| 16                                                     | 10                  | 10 | 8,6 | 7,5 | дерево     | 0,8  | 2,5  | 2,5  | 1,8  | 3,4  | 4,2  | 5,7  | 7,7  | 10,2  | 8,6  |
| 20                                                     | 10                  | 10 | 8,6 | 7,5 |            | 2,1  | 2,5  | 2,5  | 2,4  | 3,6  | 4,2  | 5,7  | 7,7  | 10,2  | 8,6  |
| 24                                                     | 10                  | 10 | 8,6 | 7,5 | дерево     | 1,4  | 2,5  | 2,5  | 2,1  | 3,5  | 4,2  | 5,7  | 7,7  | 10,2  | 8,6  |
| 28                                                     | 10                  | 10 | 8,6 | 7,5 |            | 1,7  | 2,5  | 2,5  | 2,4  | 3,6  | 4,2  | 5,7  | 7,7  | 10,2  | 8,6  |
| 32                                                     | 10                  | 10 | 8,6 | 7,5 | дерево     | 1,4  | 2,5  | 2,5  | 2,1  | 3,5  | 4,2  | 5,7  | 7,7  | 10,2  | 8,6  |
| 36                                                     | 10                  | 10 | 8,6 | 7,5 |            | 2    | 2,5  | 2,5  | 2,4  | 3,6  | 4,2  | 5,7  | 7,7  | 10,2  | 8,6  |
| 40                                                     | 10                  | 10 | 8,6 | 7,5 | дерево     | 1,6  | 2,5  | 2,5  | 2,3  | 3,6  | 4,2  | 5,7  | 7,7  | 10,2  | 8,6  |
| 44                                                     | 10                  | 10 | 8,6 | 7,5 |            | 2,1  | 2,5  | 2,5  | 2,4  | 3,7  | 4,2  | 5,7  | 7,7  | 10,2  | 8,6  |
| 48                                                     | 10                  | 10 | 8,6 | 7,5 | дерево     | 1,8  | 2,5  | 2,5  | 2,1  | 3,6  | 4,2  | 5,7  | 7,7  | 10,2  | 8,6  |
| 52                                                     | 10                  | 10 | 8,6 | 7,5 |            | 2,1  | 2,5  | 2,5  | 2,4  | 3,5  | 4,2  | 5,7  | 7,7  | 10,2  | 8,6  |
| 56                                                     | 10                  | 10 | 8,6 | 7,5 | дерево     | 2    | 2,5  | 2,5  | 2,2  | 3,7  | 4,2  | 5,7  | 7,7  | 10,2  | 8,6  |
| Средняя<br>скорость<br>ветра, м/с                      |                     |    |     |     |            | 1,76 | 2,50 | 2,50 | 2,25 | 3,58 | 4,20 | 5,70 | 7,70 | 10,20 | 8,60 |

## Приложение Ж.2

## Изменение скорости ветра при удалении от лесополосы продуваемого типа (ажурная)

| Расстояние<br>от точки<br>отсчёта<br>(края<br>сада), м | Скорость ветра, м/с |    |    |    |            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------------------------------------|---------------------|----|----|----|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                                        | 5                   | 3  | 2  | 1  | Лесополоса | 1    | 2    | 3    | 5    | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   |
|                                                        | 5                   | 3  | 2  | 1  |            | 1    | 2    | 3    | 5    | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   |
| 0                                                      | 10                  | 10 | 10 | 10 | Дерево     | 3,6  | 3,8  | 3,9  | 4,5  | 4,7  | 2,6  | 3,6  | 4,6  | 5,6  | 7,2  |
| 4                                                      | 10                  | 10 | 10 | 10 |            | 5    | 5,2  | 5,5  | 6,2  | 6,5  | 6,8  | 7,1  | 7,4  | 7,8  | 8,2  |
| 8                                                      | 10                  | 10 | 10 | 10 | дерево     | 4,2  | 4,4  | 4,6  | 5,0  | 5,2  | 5,5  | 5,7  | 6,0  | 6,3  | 7,0  |
| 12                                                     | 10                  | 10 | 10 | 10 |            | 5,6  | 5,9  | 6,1  | 7,0  | 7,3  | 7,6  | 8,0  | 8,3  | 8,7  | 9,1  |
| 16                                                     | 10                  | 10 | 10 | 10 | дерево     | 4,1  | 4,3  | 4,5  | 5,1  | 5,3  | 5,6  | 5,8  | 6,1  | 6,4  | 7,4  |
| 20                                                     | 10                  | 10 | 10 | 10 |            | 4,7  | 4,9  | 5,1  | 5,8  | 6,1  | 6,4  | 6,7  | 7,0  | 7,3  | 7,7  |
| 24                                                     | 10                  | 10 | 10 | 10 | дерево     | 4,3  | 4,5  | 4,7  | 5,3  | 5,6  | 5,8  | 6,1  | 6,4  | 6,7  | 6,9  |
| 28                                                     | 10                  | 10 | 10 | 10 |            | 5,2  | 5,4  | 5,7  | 6,5  | 6,8  | 7,1  | 7,4  | 7,7  | 8,1  | 8,5  |
| 32                                                     | 10                  | 10 | 10 | 10 | дерево     | 4,1  | 4,3  | 4,5  | 5,1  | 5,3  | 5,6  | 5,8  | 6,1  | 6,4  | 6,8  |
| 36                                                     | 10                  | 10 | 10 | 10 |            | 4,8  | 5,0  | 5,3  | 6,0  | 6,2  | 6,5  | 6,8  | 7,1  | 7,5  | 7,8  |
| 40                                                     | 10                  | 10 | 10 | 10 | дерево     | 3,5  | 3,7  | 3,8  | 4,5  | 4,7  | 4,9  | 5,2  | 5,4  | 5,6  | 6,3  |
| 44                                                     | 10                  | 10 | 10 | 10 |            | 4,8  | 5,0  | 5,3  | 6,0  | 6,2  | 6,5  | 6,8  | 7,1  | 7,5  | 7,8  |
| 48                                                     | 10                  | 10 | 10 | 10 | дерево     | 4,3  | 4,5  | 4,7  | 5,5  | 5,8  | 6,0  | 6,3  | 6,6  | 6,9  | 7,0  |
| 52                                                     | 10                  | 10 | 10 | 10 |            | 6,1  | 6,4  | 6,7  | 7,6  | 7,9  | 8,3  | 8,7  | 9,1  | 9,5  | 9,9  |
| 56                                                     | 10                  | 10 | 10 | 10 | дерево     | 4,5  | 4,7  | 4,9  | 5,6  | 5,8  | 6,1  | 6,4  | 6,7  | 7,0  | 8,1  |
| Средняя<br>скорость<br>ветра, м/с                      |                     |    |    |    |            | 4,36 | 4,63 | 4,90 | 5,66 | 6,22 | 6,65 | 7,28 | 7,93 | 8,58 | 9,42 |

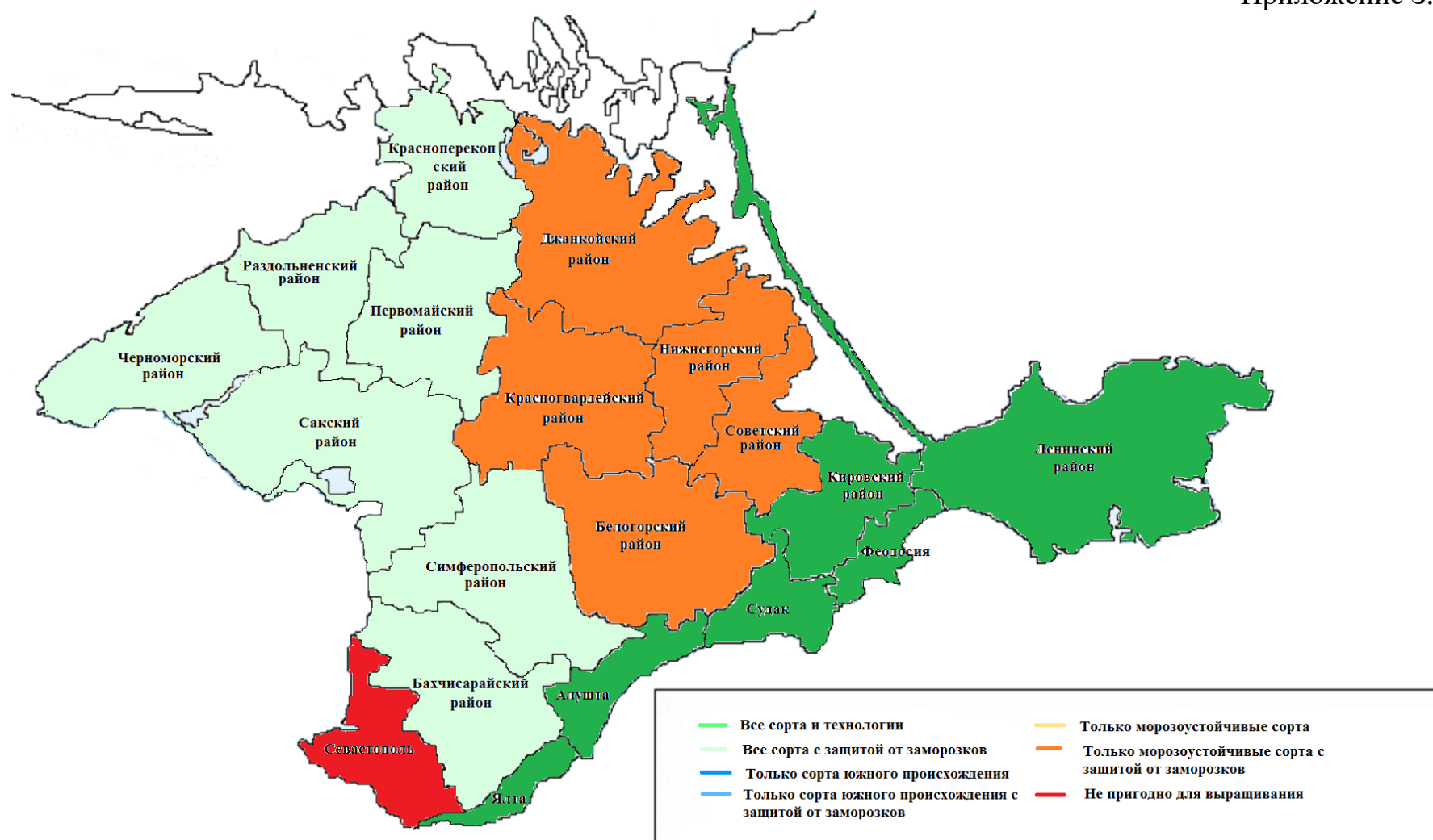


Рисунок. Карта Крыма выбора технологии выращивания абрикоса, адаптированной к территории выращивания

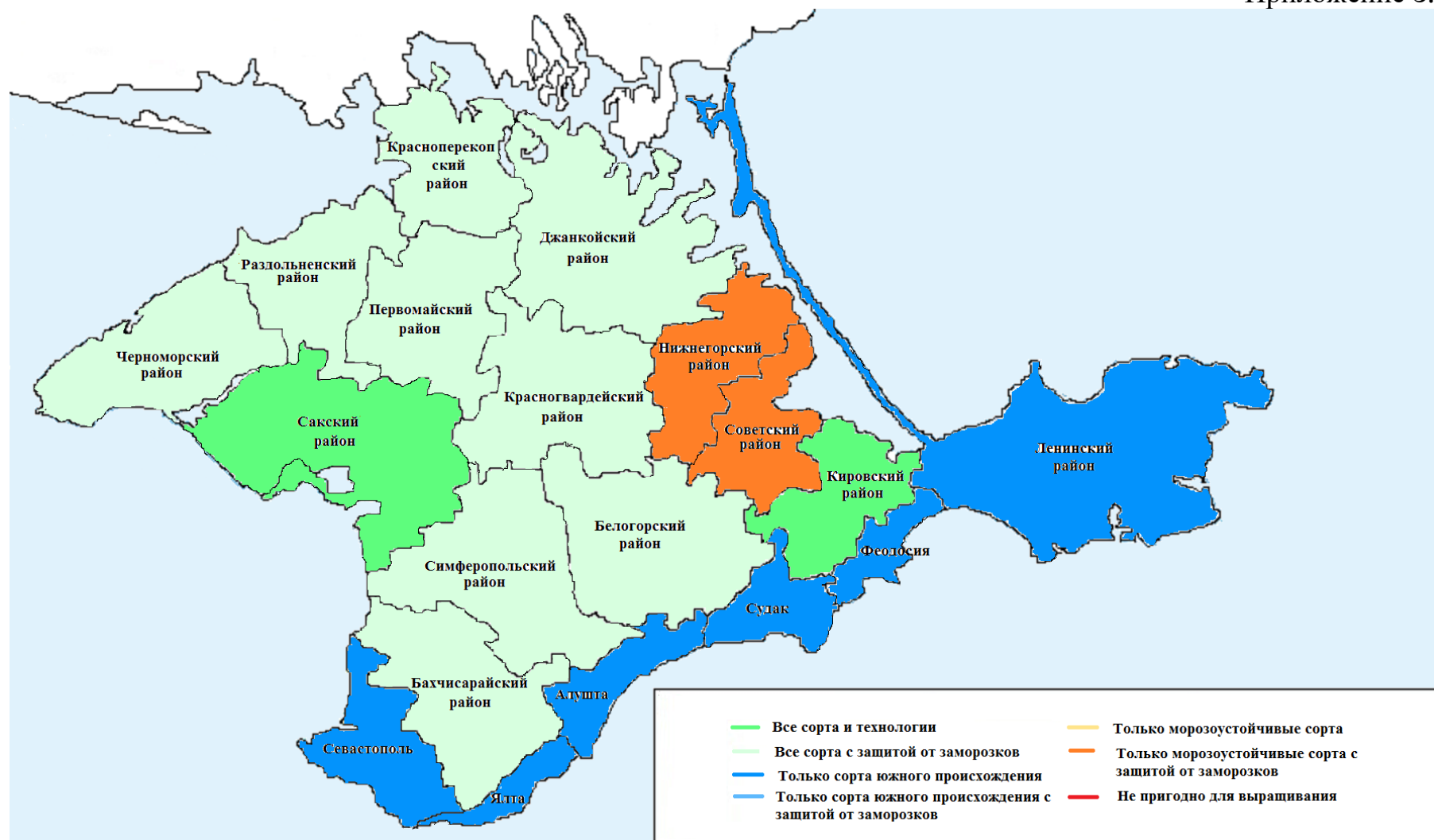


Рисунок. Карта Крыма выбора технологии выращивания алычи, адаптированной к территории выращивания

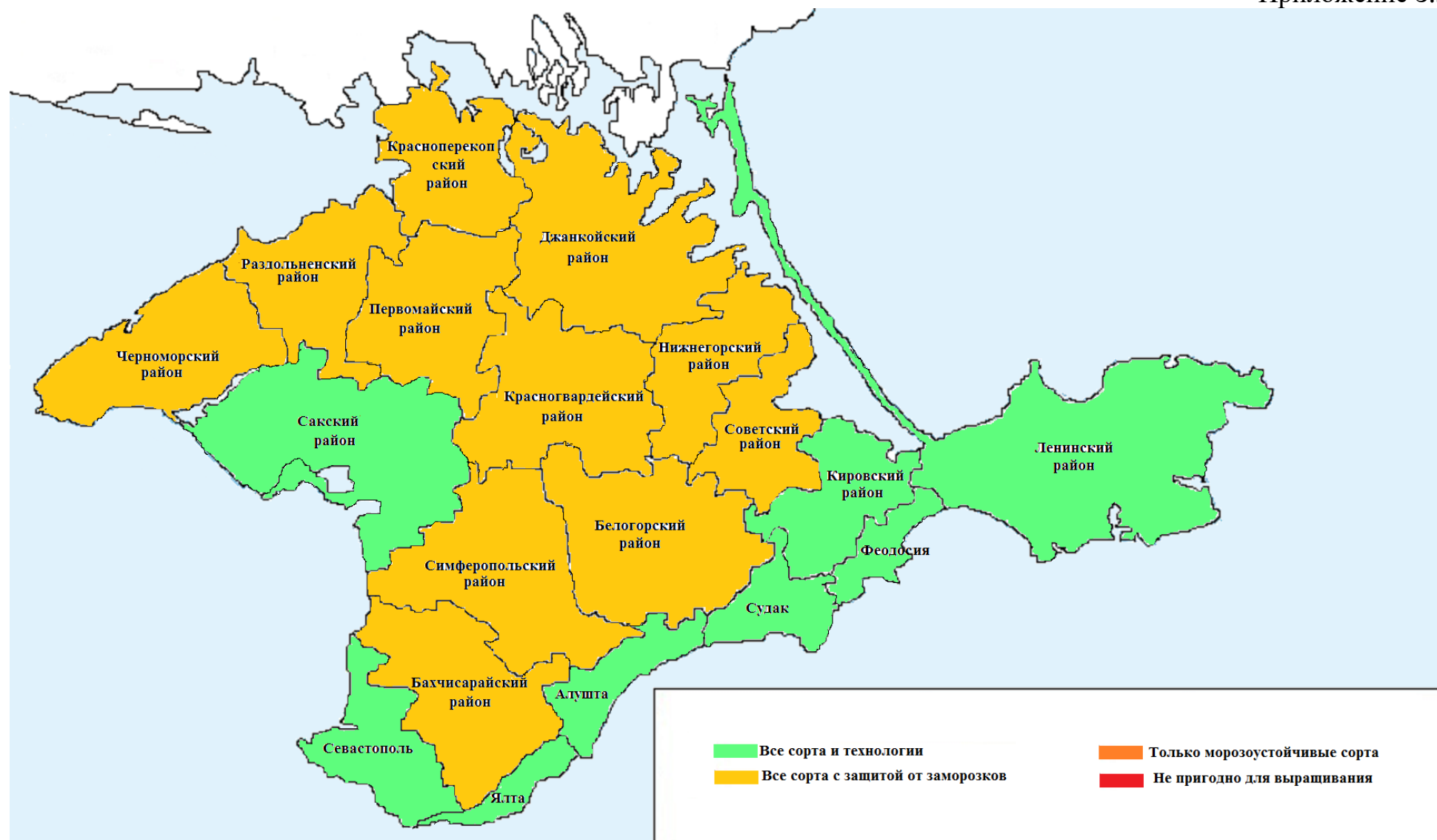


Рисунок. Карта Крыма выбора технологии выращивания вишни, адаптированной к территории выращивания

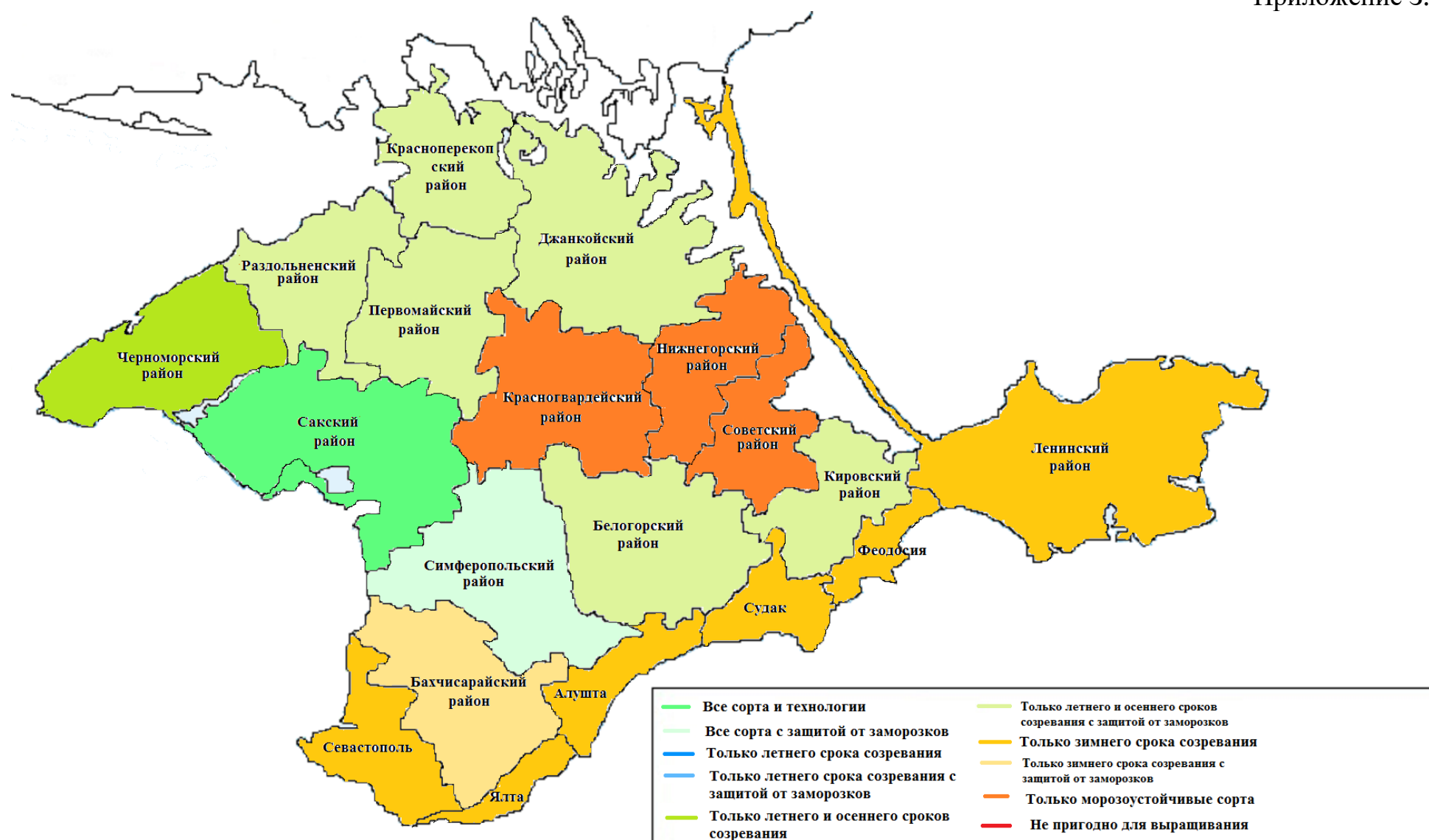


Рисунок. Карта Крыма выбора технологии выращивания груши, адаптированной к территории выращивания

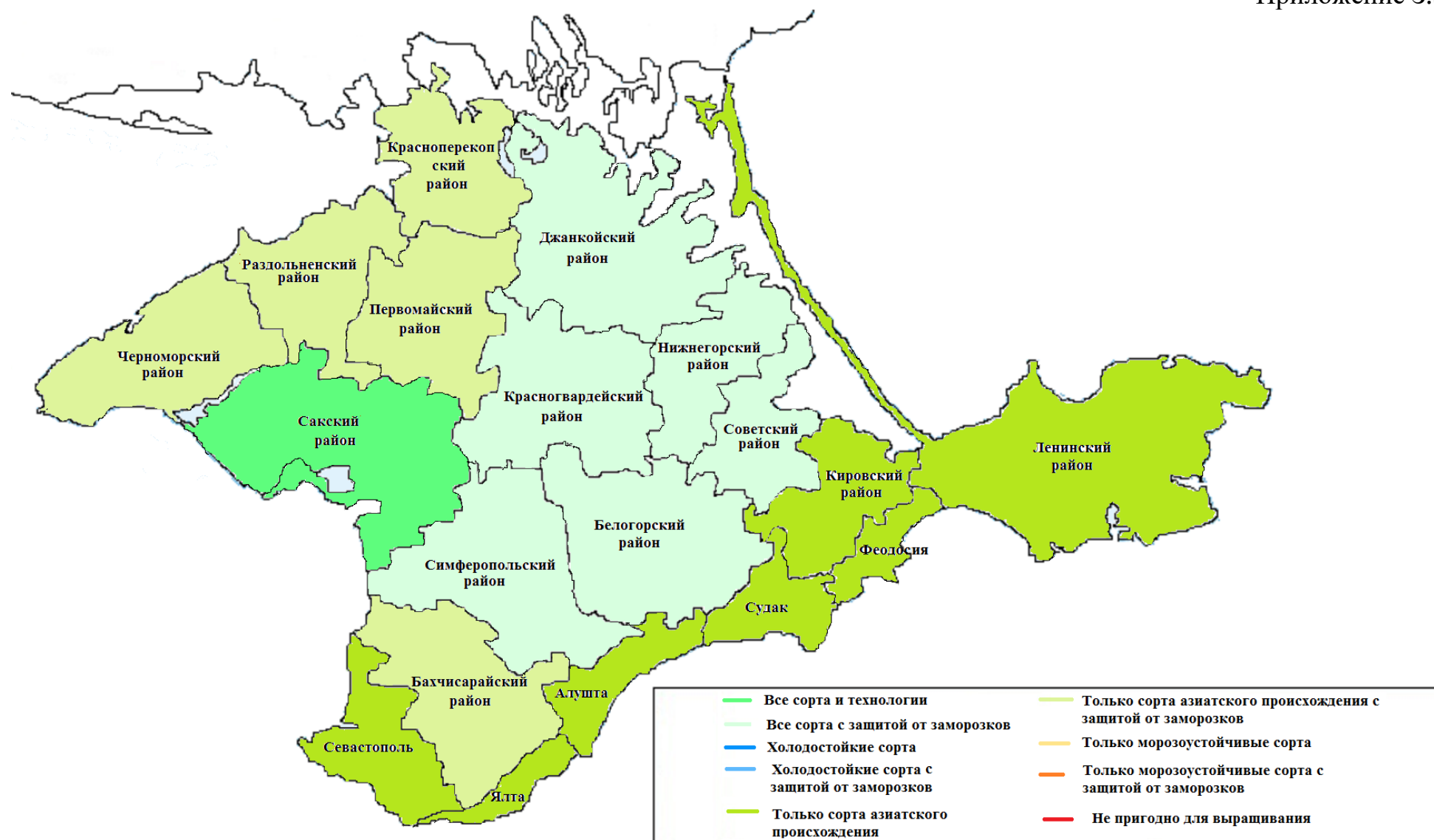


Рисунок. Карта Крыма выбора технологии выращивания кизила, адаптированной к территории выращивания

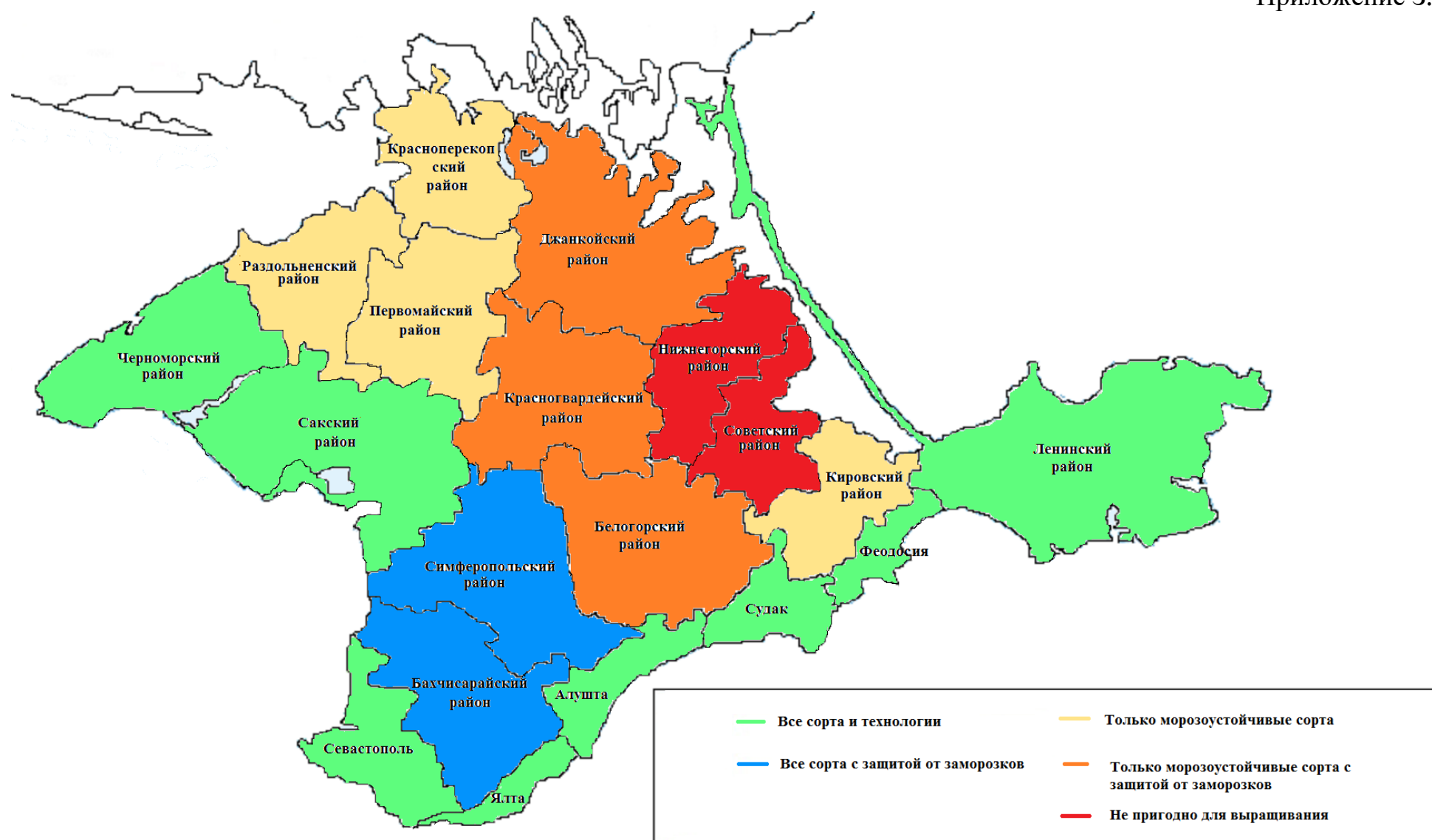


Рисунок. Карта Крыма выбора технологии выращивания миндаля, адаптированной к территории выращивания

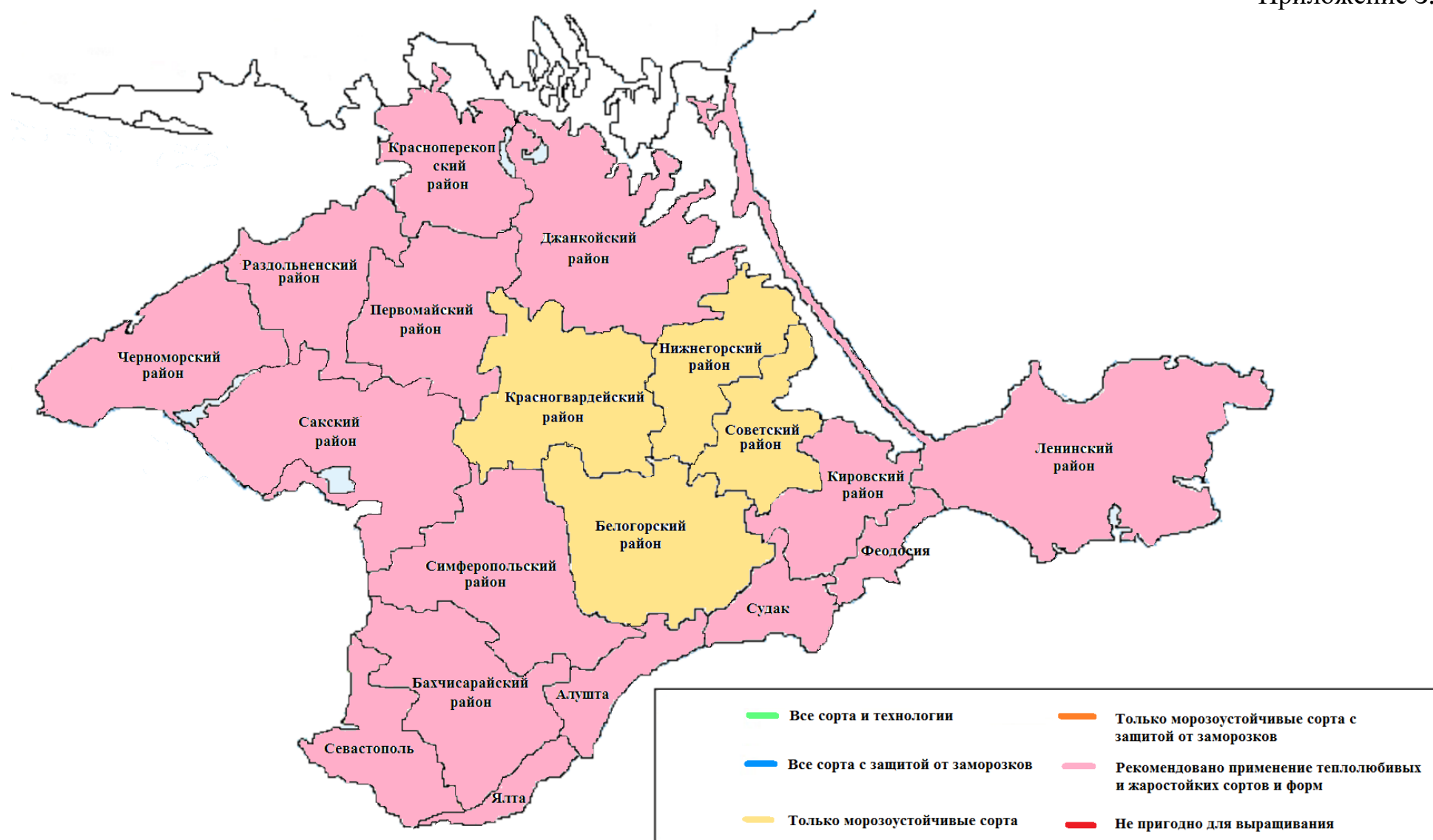


Рисунок. Карта Крыма выбора технологии выращивания ореха грецкого, адаптированной к территории выращивания

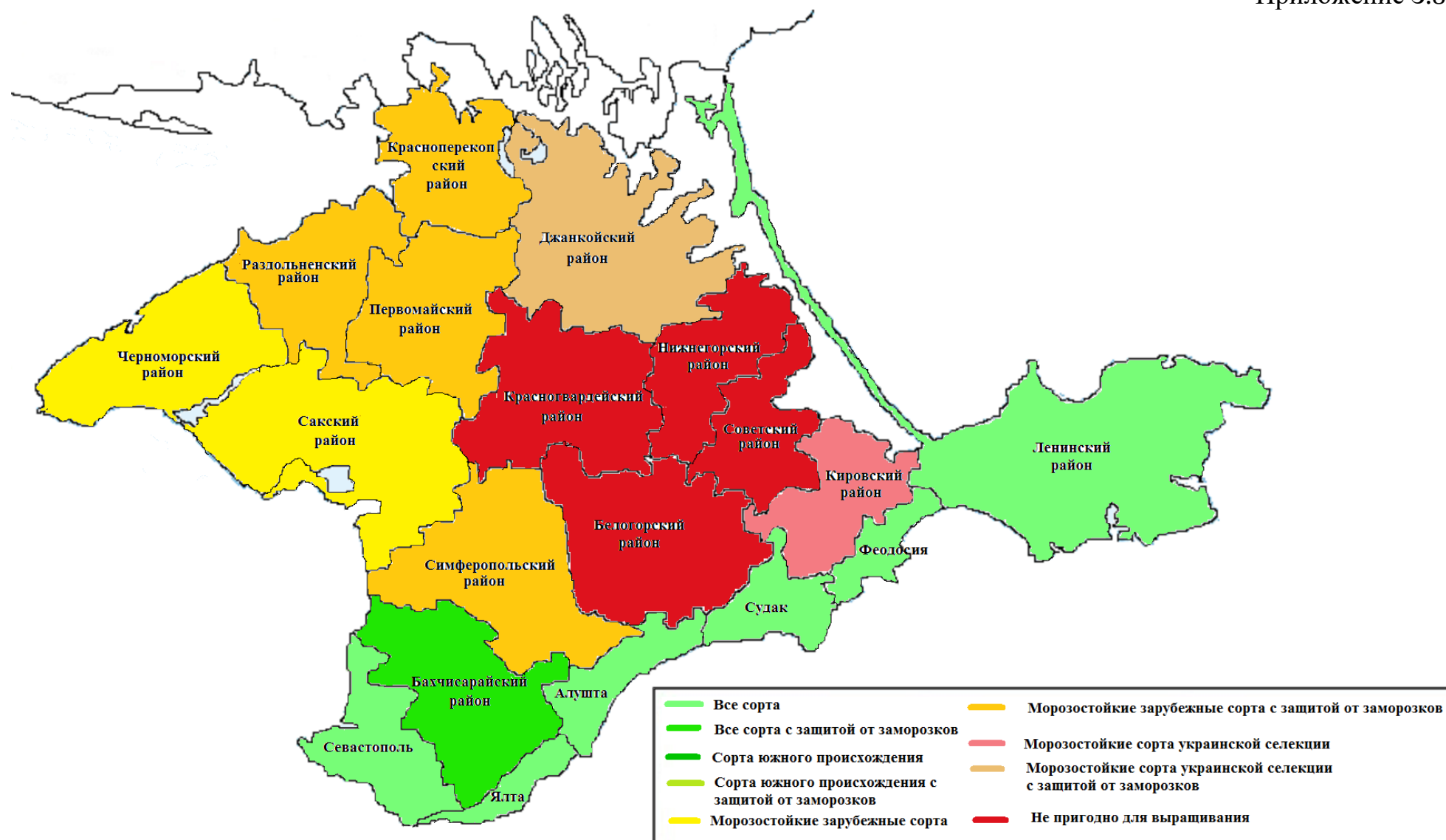


Рисунок. Карта Крыма выбора технологии выращивания персика, адаптированной к территории выращивания

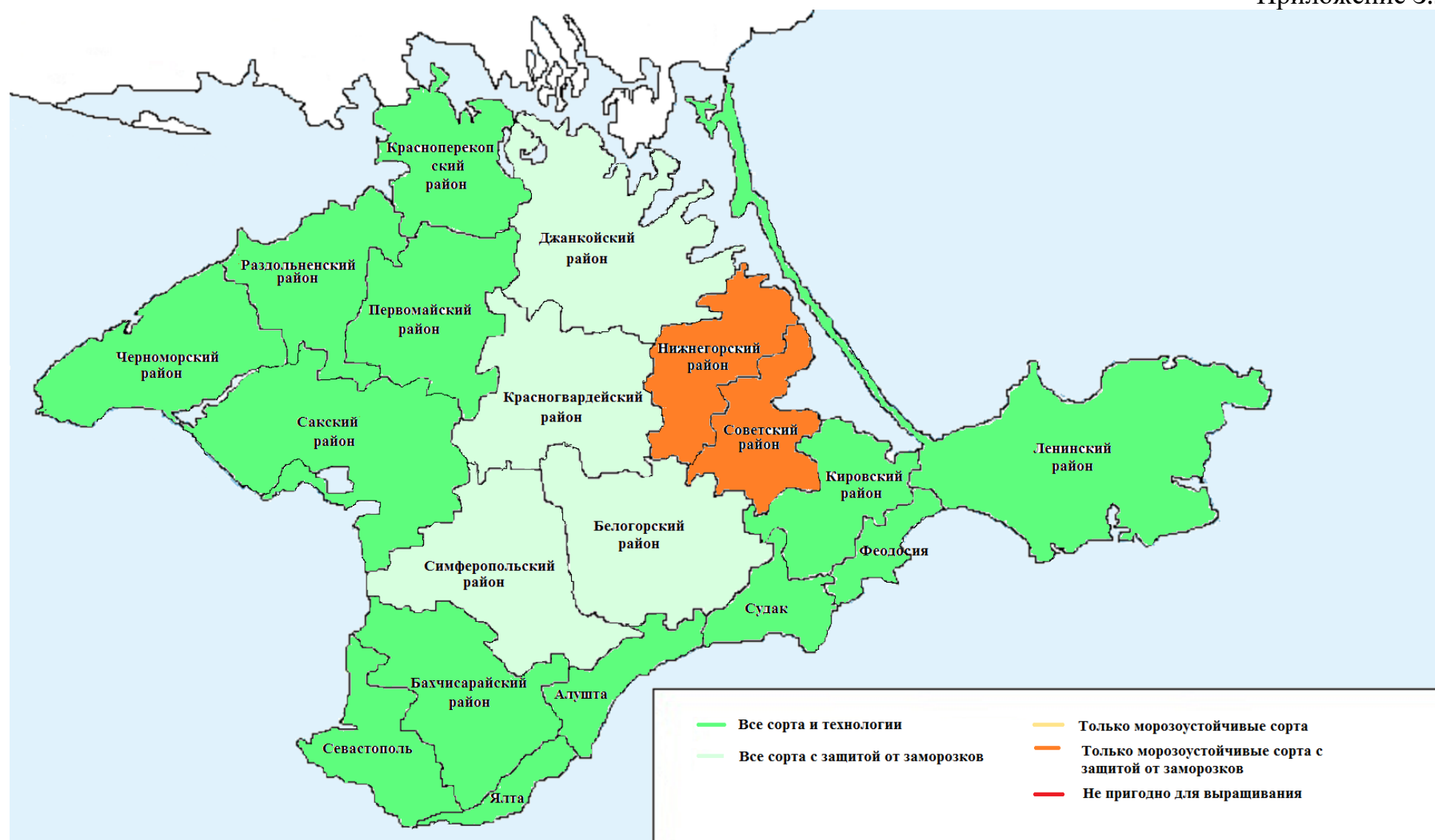


Рисунок. Карта Крыма выбора технологии выращивания фундука, адаптированной к территории выращивания

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



# СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2020663040

Специализированная программа анализа экономической  
эффективности подбора технологии выращивания  
сельскохозяйственных культур

Правообладатели: *Иванова Маргарита Игоревна (RU), Потанин  
Дмитрий Валериевич (RU)*

Авторы: *Иванова Маргарита Игоревна (RU),  
Потанин Дмитрий Валериевич (RU)*



Заявка № 2020617787

Дата поступления 16 июля 2020 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ 22 октября 2020 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Г.П. Иевлев

## АКТ

об использовании материалов «Агроклиматического атласа Республики Крым. Пригодность территории для выращивания плодовых, ягодных культур и винограда» составленного авторским коллективом Потаниным Д.В., Ивановой М.И. и Даниленко В.Я. в учебном процессе

«Агроклиматический атлас Республики Крым. Пригодность территории для выращивания плодовых, ягодных культур и винограда» это сборник карт, графиков, диаграмм и таблиц позволяющий в полной мере анализировать основные климатические показатели отдельных районов и региона в целом. Авторами обобщены результаты многолетних исследований по изучению пригодности территории Крымского полуострова для выращивания плодовых, ягодных культур и винограда с учётом климатических показателей. Излагаются методы системного подхода по математическому моделированию при оценке вероятностей наступления таких неблагоприятных факторов окружающей среды, как морозы, заморозки и дефицит влагообеспеченности.

Материалы издания широко используются в лекционном цикле и проведении практических занятий на кафедре плодовоовощеводства и виноградарства Института «Агротехнологическая академия» для бакалавров, направление подготовки 35.03.05 «Садоводство», магистров; направление подготовки 35.04.05 «Садоводство», аспирантов, обучающихся по направлению подготовки «Сельское хозяйство», направленности 35.06.01 - пловодство, виноградарство.

Доцент кафедры плодовоовощеводства и виноградарства, к.с.-х.н. Потанин Д.В. неоднократно докладывал результаты своих исследований на научно-практических конференциях всероссийского и университетского уровнях.

С 2007 г и по настоящее время он в качестве доцента кафедры плодовоовощеводства и виноградарства ведёт занятия по комплексу дисциплин для обучающихся по направлению подготовки 35.03.05 «Садоводство», направленности «Плодовоовощеводство и виноградарство», а также 35.04.05 «Садоводство», направленности «Инновационные технологии выращивания фруктов, овощей и винограда» где эффективно использованы материалы атласа.

Настоящий акт выдан для приложения к диссертационной работе Потанина Д.В.

Директор Института «Агротехнологическая академия», профессор, д.вет.н.



Лемещенко В.В.

Заведующий кафедрой плодовоовощеводства и виноградарства, доцент, к.с.-х.н.

Замета О.Г.

Профессор кафедры плодовоовощеводства и виноградарства, профессор, д.с.-х.н.

Иванченко В.И.

## АКТ ВНЕДРЕНИЯ

результатов научно-исследовательской работы

**Потанина Дмитрия Валериевича**

к.с.-х.н., доцента кафедры плодовоовощеводства и виноградарства  
Института «Агротехнологическая академия» (структурное подразделение)  
ФГАОУ ВО «Крымский Федеральный Университет им. В.И. Вернадского»

Исследования кандидата с.-х. наук Потанина Дмитрия Валериевича посвящены внедрению программного комплекса подбора адаптивных технологий выращивания плодовых культур с целью получения высоких и стабильных урожаев, которые включают: подбор агротехники, адаптивных сортов заданных культур, разработку систем удобрений и защиты растений, а также расчёт экономики производства сельскохозяйственной продукции.

В 2015-2016 гг., на основе разработанных уникальных компьютерных программ, а также при непосредственном участии Потанина Д.В. была создана концепция развития сельскохозяйственного предприятия ООО «Грушевские сады» (Республика Крым, ГО Судак) на площади 403,1911 га, которая, в итоге получила поддержку Министерства экономического развития Республики Крым и в настоящее время успешно реализуется в виде закладки садов яблони, а также поэтапного освоения земель сельскохозяйственного назначения, ранее не используемых в течении предыдущих 30 лет. ООО «Грушевские сады» продолжает сотрудничество на консультативной основе с Потаниным Дмитрием Валериевичем.

Считаю, что разработки, применяющиеся к.с.-х.н. Потаниным Д.В. имеют практическую ценность и могут внедряться в качестве рекомендаций для дальнейшего использования при подборе адаптивных технологий производства плодовой продукции в насаждениях интенсивного типа.

Генеральный директор ООО «Грушевские сады» Ревков М.С.





**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Департамент растениеводства,  
механизации, химизации и защиты растений  
Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Центр агрохимической службы «Крымский»

ул. Киевская, 75/1,  
г. Симферополь,  
Республика Крым, 295017

тел.: (3652) 27-35-67  
факс: (3652) 25-82-40  
e-mail: agrohim\_82@mail.ru  
http://agrohim82.ru

от 31.05.2023 № 230  
на № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

### АКТ ВНЕДРЕНИЯ

результатов научно-исследовательской работы  
**Потанина Дмитрия Валериевича**  
к.с.-х.н., доцента кафедры плодовоовощеводства и виноградарства  
Института «Агротехнологическая академия»  
Крымского Федерального Университета им. В.И. Вернадского

Исследования кандидата с.-х. наук Потанина Дмитрия Валериевича направлены на подбор адаптивных технологий выращивания плодовых культур с целью получения высоких и стабильных урожаев на территории Республики Крым и ГО Севастополь, которые включают: выбор комплекса агротехнических мероприятий, адаптивные сорта заданных культур, разработку систем удобрений и защиты растений.

ФГБУ «Центр агрохимической службы «Крымский» использует рекомендации к.с.-х.н. Потанина Д.В., опубликованные в монографиях:

1. **Потанин Д. В.** Инновационные технологии в садоводстве: монография / Д. В. Потанин. – Дюссельдорф: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. – 452 с. – ISBN 978-3-330-01534-0.
2. Хургин Ю.В., **Потанин Д.В.**, Праля И.И., Полуни А.А. Передовые технологии выращивания груши и яблони. – Житомир: Рута, 2021. – 308 с. ISBN 978-816-581-486-4.
3. **Потанин Д. В.**, Иванова М. И., Даниленко В. Я. Агроклиматический атлас Республики Крым. Пригодность территории для выращивания плодовых, ягодных культур и винограда. – Симферополь, ПОЛИПРИНТ: 2023. – 306 с. ISBN 978-5-6048939-7-5.

при подборе технологий эксплуатации многолетних насаждений садовых культур при подготовке проектно-сметной документации закладки насаждений плодовых.

Считаю, что разработки, применяющиеся к.с.-х.н. Потаниным Д.В. имеют практическую ценность и внедряются при подборе адаптивных технологий производства плодовой продукции в насаждениях интенсивного типа.

Врио директора ФГБУ «ЦАС «Крымский»



Валин Д.Н.

«Утверждаю»



Министр сельского хозяйства  
Республики Крым

А. В. Савчук

20 г.

## АКТ ВНЕДРЕНИЯ

результатов научно-исследовательской работы

**Потанина Дмитрия Валериевича**

к.с.-х.н., доцента кафедры плодовоовощеводства и виноградарства  
Института «Агротехнологическая академия» (структурное подразделение)  
ФГАОУ ВО «Крымский Федеральный Университет им. В.И. Вернадского»

Доцентом кафедры плодовоовощеводства и виноградарства Института «Агротехнологическая академия» (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского» Потаниным Д.В. в 2023 году издана монография (в соавторстве) **«Агроклиматический атлас Республики Крым. Пригодность территории для выращивания плодовых, ягодных культур и винограда»**, посвященная актуальному вопросу – определение степени пригодности территории Республики Крым для выращивания отдельных плодовых культур на основе многолетних погодных данных.

В работе, на основе результатов обработки агроклиматических параметров проведена система картирования, а также определены параметры степени пригодности отдельных районов к выращиванию групп сортов отдельных культур по теплообеспеченности территории, вероятности появления морозов и заморозков. На основе синтеза полученных результатов применен оригинальный способ картирования территории для оптимизации подбора технологий выращивания плодовых и ягодных культур.

Результаты исследований могут быть включены при подборе оптимальных технологий выращивания культур для получения стабильного урожая, а также использоваться при разработке проектно-сметной документации по организации территории и закладке многолетних насаждений.

**Считаю, что данная работа имеет научную и практическую ценность.**

**Настоящий акт выдан для приложения к диссертационной работе Потанина Д.В.**