

На правах рукописи

Лунева Наталья Николаевна

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ И ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ
ФИТОСАНИТАРНОГО РАЙОНИРОВАНИЯ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ**

Шифр и наименование специальности
06.01.07 – Защита растений

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
доктора биологических наук**

Санкт-Петербург-Пушкин
2022

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений» (ФГБНУ ВИЗР)

Научный консультант: Долженко Виктор Иванович,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
академик РАН, ФГБНУ «Всероссийский научно-
исследовательский институт защиты растений»

Официальные оппоненты: Власенко Наталия Григорьевна,
доктор биологических наук, профессор,
академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, главный
научный сотрудник лаборатории защиты растений ФГБУН
«Сибирский федеральный научный центр
агробиотехнологий РАН»

Есипенко Леонид Павлович,
доктор биологических наук, профессор кафедры
фитопатологии, энтомологии и защиты растений ФГБОУ ВО
«Кубанский государственный аграрный университет имени
И.Т. Трубилина»

Кудрявцев Николай Александрович
доктор сельскохозяйственных наук, заведующий сектором
защиты растений, главный научный сотрудник
обособленного подразделения «Научно-
исследовательский институт льна» ФГБНУ
«Федеральный научный центр лубяных культур».

Ведущее учреждение: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии»

Защита диссертации состоится 2 июня 2022 г. в 11 часов на заседании диссертационного совета Д 006.015.01 на базе ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений» по адресу: 196608, Санкт-Петербург, Пушкин, шоссе Подбельского, д.3.

Тел. +7 (812) 470-51-10; e-mail: dissovet@vizr.spb.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ВИЗР и на сайте vizrspb.ru Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений.

Автореферат разослан « » _____ 2022 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор биологических наук

Гусева Ольга Геннадьевна

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования.

Фитосанитарное районирование территории России, лежащее в основе мониторинга и прогноза распространенности вредных организмов, является одной из наиболее важных задач защиты растений (Павлюшин, 2011). Тема фитосанитарного районирования, разрабатываемая в ВИЗР с 30-х годов прошлого века в энтомологическом и фитопатологическом русле, сформировалась к 80-м годам как агроклиматическое направление фитосанитарного районирования (Макарова, Минкевич, 1977), которое описывает распределение вредного организма по территориям, выделенным на основе распределения главнейших элементов климата, характеризующихся температурным режимом и условиями увлажнения. Фитосанитарное районирование отдельных объектов до настоящего времени, включая разработку «Агроэкологического атласа» (Агроэкологический ..., 2008, <http://www.agroatlas.ru>), осуществлены на основе общего агроклиматического районирования. Эти исследования лежат в сфере аутоэкологического подхода, рассматривающего влияние факторов окружающей среды на отдельный организм.

На повестке дня задача фитосанитарного районирования комплексов сорных растений. Кроме того, для системы защиты растений важны знания о распространенности сорных растений в регионах в зависимости от зонального распределения как сельскохозяйственных культур (и сортов), так и агротехнических приемов (сроков посева, внесения минеральных удобрений, способов обработки почвы, сроков уборки урожая и т. п.) и защитных мероприятий, что является предметом исследования частного фитосанитарного районирования. Очевидно, что возможно только поэтапное решение этой задачи: на первом этапе показать распространенность видов по регионам в зависимости от климатических факторов (общее районирование), на втором – изучать дальнейшую пространственную дифференциацию региональных комплексов по территориям, характеризующимся влиянием других факторов (то есть, осуществлять частное фитосанитарное районирование). Направленность агротехнических приемов и защитных мероприятий не просто на поля, а на определенные культуры, обуславливает проведение одного из аспектов частного районирования – изучение распространенности видов регионального комплекса в агрофитоценозах разных культур, и только затем – изучение изменения этой базовой картины под влиянием разных факторов. Проведение общего фитосанитарного районирования (с элементами частного) для комплекса сорных растений, находящегося в области синэкологического подхода, изучающего влияние факторов окружающей среды на совокупность видов, актуально на сегодняшний день.

Степень разработанности проблемы.

Несмотря на частое употребление термина «фитосанитарное районирование» в публикациях, определения этого понятия в нормативном документе нет (ГОСТ 21507 ..., 2015, <http://docs.cntd.ru/document/1200111134>), а исходя из общего понятия районирования – это распределение объекта районирования по существующим территориям, согласно их специфике (География ..., 2006) – первоочередной задачей в рамках темы исследования является определение объекта и территории фитосанитарного районирования сорных растений.

В большинстве исследований сорное растение рассматривается как вредный организм на сельскохозяйственных угодьях (ГОСТ 16265-89 ..., 1989. С. 12, <http://docs.cntd.ru/document/1200022975>; Основные термины ..., 2018). Однако, давно обозначен подход к сорным растениям, как к видам, приуроченным к вторичным местообитаниям с нарушенным растительным и почвенным покровом (Мальцев,

1932; Гроссгейм, 1948; Никитин, 1983; Ульянова, 2005), среди которых сельхозугодья – всего лишь их часть. Встречаемость сорных растений также и на естественным путем нарушенных местообитаниях (Гроссгейм, 1948; Мальцев, 1962) отвечает требованиям защиты растений, действия которой направлены как на сельхозугодья, так и на территории «естественной растительности» (ГОСТ 21507 ..., 2015, пункт 3, <http://docs.cntd.ru/document/1200111134>). Поэтому, сорное растение в качестве объекта районирования, должно рассматриваться как вид, с учетом его ареала, что согласовывается с понятием «прогноз»: это «обоснованное предсказание распространенности и изменений ареала вредного организма» (Там же, пункт 27), поскольку ареал является географическим критерием вида (таксона), а не просто вредного организма.

Комплекс сорных растений полей обычно называют сорной, сорно-полевой или сегетальной флорой, сорные растения рудеральных местообитаний – рудеральной флорой, но и те, и другие, будучи привязанные только к антропогенным местообитаниям, не охватывают всю флору растений вторичных местообитаний.

Подход к сорным растениям, как к вредным объектам, неправомерно усиливал значение антропогенного фактора для их распространенности, вуалируя основную закономерность формирования ареалов видов растений: обусловленность их границ основными природными лимитирующими факторами – теплом и влагой.

Отдельные опыты фитосанитарного районирования комплексов вредных объектов осуществлены (Гричанов, Овсянникова, 2013, 2015; Гричанов и др., 2018) путем наложения карт ареалов ряда вредных организмов из «Агроэкологического атласа», на карту зоны возделывания сельскохозяйственной культуры, посевом которой они вредят, с выявлением зон комплексного фитосанитарного риска. Это нецелесообразно делать с картами сорных растений, поскольку специализированных видов крайне мало. Критерий выделения территорий фитосанитарного районирования сорных растений не разработан, поэтому в публикациях наблюдаются разночтения даже в отношении уровней (микро-, мезо- и макро) территорий фитосанитарного районирования.

Многoletний прогноз разрабатывается редко даже в отношении сорных растений, как вредных организмов и никогда на основе подхода к ним, как к видам.

Таким образом, теоретическое обоснование фитосанитарного районирования комплексов сорных растений включает обоснование подходов к объекту и территории районирования, выбор критерия выделения территории районирования, а поскольку сорное растение планируется рассматривать как вид, приуроченный к разным типам вторичных местообитаний, понадобится разработка методов сбора и анализа информации о распространенности на них комплексов видов сорных растений.

Цель настоящего исследования – создание и практическая реализация методологии фитосанитарного районирования сорных растений, как основы разработки прогноза их распространенности.

Задачи, которые необходимо выполнить для достижения цели исследования:

1. Обосновать объект и выбор территории фитосанитарного районирования комплексов сорных растений;
2. Разработать методы для сбора данных и осуществления фитосанитарного районирования комплексов сорных растений;
3. Осуществить фитосанитарное районирование сорных растений в двух географически удаленных друг от друга регионах: Северо-Западном (СЗР) и Центрально-Черноземном (ЦЧР);

4. Разработать многолетний прогноз распространенности комплексов сорных растений в этих регионах;

5. Разработать методологию фитосанитарного районирования комплексов сорных растений на основе формирования объекта районирования, критерия выбора территории районирования, методов для сбора данных и осуществления районирования.

Научная новизна.

1. Впервые в исследованиях в области защиты растений использован подход к сорным растениям, как к дикорастущим видам, эколого-географически приуроченным к определенным территориям, и сформулированы определения понятий «сорное растение» и «сорная флора» как объектов районирования;

2. Показано, что сорная флора, как территориальная совокупность видов растений экотопов вторичных местообитаний агроландшафта, является объектом и единицей фитосанитарного районирования, а также критерием выделения территорий районирования на основе незаменимости действия природных и антропогенных факторов как фоновых характеристик, что в целом составляет базу разработки многолетнего прогноза распространенности видов подразделений сорной флоры на этих территориях;

3. Обосновано формирование видовых комплексов сорных растений на территориях двух географически удаленных друг от друга регионов и отдельных областей в их пределах с вовлечением в эколого-географический анализ 164 видов сорных растений;

4. Разработан и использован в исследовании алгоритм проведения фитосанитарного районирования комплекса сорных растений, включающий:

- эколого-географическое обоснование формирования видового комплекса сорных растений региона (области) с осуществлением однородного районирования (моделирования территорий, аналогичных по показателям тепло-и влагообеспеченности территориям СЗР и ЦЧЗ);

- обследование местообитаний и формирование информационного массива данных полевых исследований (создание БД);

- выявление общего видового состава сорных растений и отдельных комплексов на разных типах местообитаний в агроэкосистеме (микроуровень), агроклиматическом районе (мезоуровень), области (макроуровень), путем формирования соответствующих выборок из БД;

- флористический анализ сформированных комплексов для выявления их различий и фитосанитарной роли отдельных видов (определение уровня численности видов распределением по классам постоянства встречаемости, а также выявление стабильно произрастающих, редких и заносных видов).

5. Разработан многолетний прогноз распространенности комплексов сорных растений на основе результатов фитосанитарного районирования:

- позволивший апробировать созданную методологию фитосанитарного районирования;

- обоснованно предсказывающий дальнейшее произрастание выявленных комплексов сорных растений в двух регионах (СЗР и ЦЧР), на разных типах местообитаний в отдельных областях (Ленинградской и Липецкой), агроклиматических районах в этих областях, в отдельной агроэкосистеме (в Ленинградской области) для дальнейшего использования выявленных тенденций распространенности и численности видов при разработке и детализации региональных систем защиты растений;

– обоснованно предсказывающий продвижение видов сорных растений на изученных территориях из южных районов в более северные в условиях потепления климата.

6. Разработана методология фитосанитарного районирования комплексов сорных растений, включающая подходы к объекту, единице и территории фитосанитарного районирования, методы для сбора материала и его анализа, а также последовательность этапов его проведения, представляющие в совокупности единую программу, позволяющую конструировать объект исследования, которым является сорная флора, и служащую средством для выявления ее пространственной дифференциации.

Теоретическая и практическая значимость исследований. Означенный выше подход к сорным растениям выявил истоки формирования этой группы, позволил сформулировать понятие сорного растения, как объекта районирования с рассмотрением эколого-географической обусловленности формирования видовых территориальных комплексов, что легло в основу понятия «сорная флора», которая является объектом фитосанитарного районирования видовых комплексов. Ключевым аспектом исследования является обоснование использования сорной флоры в качестве единицы районирования и критерия выделения уровней и территорий районирования с учетом незаменимости действия природных и антропогенных факторов, как фоновых характеристик при выделении территорий районирования. Поскольку распространение сорных растений и формирование сорной флоры на определенной территории обусловлено природными факторами (гидротермические условия территории, как фоновые характеристики), а распространенность в пределах этой территории – антропогенными факторами (фоновые условия формирования антропогенных местообитаний), то выделять территории для фитосанитарного районирования сорных растений можно только при учете обоих факторов, причем объединять в одну общую территорию возможно только однотипные по каждому фактору более мелкие территории. Учет ботанического, агроклиматического, эколого-географического, агроландшафтного и информационного аспектов в разработке методологии позволяет более широко применять ее для фитосанитарного районирования комплексов сорных растений, а также использовать многолетний прогноз, разработанный на основе сорной флоры, с более дальней перспективой.

Практическая значимость исследований заключается в том, что:

– разработанные и апробированные методы могут использоваться при полевых исследованиях и осуществлении фитосанитарного районирования комплексов сорных растений в других регионах;

– выявленный видовой состав сорных растений Северо-Западного и Центрально-Черноземного регионов, Ленинградской и Липецкой областей, агроклиматических районов этих областей составляет содержание многолетнего прогноза распространности этих комплексов на изучаемых территориях, поэтому эти данные могут быть использованы в защите растений не только на землях сельскохозяйственного назначения, но и в зонах лесоразведения и отдыха, а также в вопросах учета и сохранения диких родичей культурных растений из числа сорных;

– выявленный видовой состав сорных растений на сеgetальных и рудеральных местообитаниях в посевах разных типов культур и отдельных культурах, также представляющий собой многолетний прогноз дальнейшего присутствия комплексов сорных растений в данных экотопах, может быть учтен при изменении структуры посевных площадей, разработке или нарушении схем севооборотов.

Объект, предмет, места и период проведения научного исследования.

Объект исследования – видовые комплексы сорных растений географически удаленных друг от друга регионов.

Предмет исследования – пространственная дифференциация комплексов сорных растений в пределах этих регионов.

Места проведения исследования – территории Северо-Западного и Центрально-Черноземного регионов.

Период проведения исследований: 1999–2016 гг. в Ленинградской области и 2016–2019 гг. в Липецкой области

Научно-методический подход и методы исследований. Подход включает несколько аспектов:

- Фундаментальный подход к сорным растениям, как к объектам районирования – дикорастущим видам растений, формирующим ареалы под действием природно-климатических факторов;

- Эколого-географический подход к формированию региональных комплексов сорных растений в зависимости от влияния основных факторов, детерминирующих распространение растений – факторов тепла и влаги;

- Агроклиматический подход к проведению общего фитосанитарного районирования комплексов сорных растений, описывающий распределение вида по территориям, выделенным на основе распределения главнейших элементов климата – температурного режима и условий увлажнения;

- Агроландшафтный подход к агроэкосистеме – принятие агроэкосистемы, как экосистемы агроландшафта, включающего разные типы вторичных местообитаний;

- Информационный подход к решению задач фитосанитарного районирования – применение информационных технологий для формирования информационного массива, анализа этой информации, построения и применения информационных моделей для решения практических задач.

Принятый методический подход обусловил использование традиционных и разработку оригинальных **методов исследования**:

- Оригинальные методы обследования вторичных местообитаний разного типа (Геоботанический учет ..., 2002, Технологические методы ..., 2009; Методика изучения ..., 2012);

- Метод цифровизации и автоматизированной систематизации данных полевых исследований с использованием оригинальной базы данных (Методическое пособие ..., 2012);

- Метод эколого-географического анализа и моделирования территорий распространения отдельных видов, впервые использованный в отношении комплексов видов сорных растений (Афонин, Лунева, 2010; Лунева, Федорова, 2019);

- Традиционные методы флористического анализа данных полевых исследований (анализ флористического богатства, таксономического разнообразия и структуры головной части флористических спектров) (Толмачев, 1974; Шмидт, 1980);

- Традиционные методы математической обработки данных полевых исследований:

- для попарного сравнения флористических списков – коэффициент флористического сходства Жаккара (Kj) (Jaccard, 1901);

- для отражения роли семейств в составе флористических выборок при их сравнении использованы индексы (численные отношения видов одних семейств к численности других в одной выборке) (Шмидт, 1984);

– для отражения степени участия видов сорных растений в формировании агрофитоценозов использовалось распределение видов по классам постоянства встречаемости в зависимости от частоты встречаемости местообитаний, на которых зарегистрирован вид (Казанцева, 1971);

– для отражения обилия видов сорных растений был использован средний балл засоренности (среднее значение показателей засоренности отдельными видами сорных растений);

– для сравнительной характеристики видового состава разных выборок использованы показатели меры включения видов одной выборки в другую в парах сравнения (Методика математического ..., 1981);

В работе использованы названия видов сорных растений в соответствии с правилами современной ботанической номенклатуры (Лунева, Мыслик, 2018).

Положения, выносимые на защиту:

1. Сорная флора является объектом и единицей фитосанитарного районирования комплексов сорных растений, а также критерием выделения территорий фитосанитарного районирования на основе незаменимости действия природных и антропогенных факторов при выделении территорий.

2. Методология фитосанитарного районирования сорных растений, представляющая собой совокупность подходов и методов, формирующих программу конструирования объекта и территории районирования, а также последовательности действий для осуществления районирования.

3. Видовой состав сорной флоры территорий Северо-Западного и Центрально-Черноземного регионов и структура ее пространственной дифференциации на разных типах местообитаний в Ленинградской и Липецкой областях.

4. Многолетний прогноз представленности выявленных видовых комплексов сорных растений на территории двух регионов, и их распространенности на разных типах местообитаний в Ленинградской и Липецкой областях.

Степень достоверности результатов исследований. Объективность и достоверность полученных результатов обусловлена многолетними мониторинговыми исследованиями, осуществленными на обширных территориях, с использованием традиционных и оригинальных методов исследования и анализа данных, а также статистической обработкой данных полевых исследований.

Апробация результатов исследования. Основные положения диссертации были представлены на Международных, Всероссийских и региональных конференциях и съездах: на XII Международной научно-практической конференции "Аграрная наука – сельскому хозяйству" (Барнаул, 2017); на V Международной научной конференции «Изучение адвентивной и синантропной флор России и стран ближнего зарубежья: итоги, проблемы, перспективы» (Ижевск, 2017); на Всероссийской научной конференции с международным участием «Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции» (Санкт-Петербург, 2017); на международной научно-практической конференции "Современные технологии и средства защиты растений – платформа для инновационного освоения в АПК России" (Санкт-Петербург, 2018); на XV Международной научно-практической экологической конференции «Биологический вид в структурно-функциональной иерархии биосферы» (Белгород, 2018); на международной конференции "Актуальные вопросы биогеографии" (Санкт-Петербург, 2018); на XIII, XIV Международных научно-практических конференциях «Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции», Серия "Лапшинские

чения" (Саранск, 2017, 2018); на Международной научной конференции «Становление и развитие науки по защите и карантину растений в Республике Казахстан» (Алматы, 2018); на Международной научно-практической конференции «Проблемы природоохранной организации ландшафтов» (Новочеркасск, 2018); на Международной научно-практической конференции «Развитие агропромышленного комплекса на основе современных научных достижений и цифровых технологий» (Санкт-Петербург, 2019); на Международной конференции Сибирской научной школы по защите растений (Новосибирск, 2019); на II Национальной научно-практической конференции «Актуальные проблемы биоразнообразия и природопользования» (Керчь, 2019); на Всероссийской научно-практической конференции «Биоразнообразие и антропогенная трансформация природных экосистем» (Саратов, 2019); на IV Всероссийском съезде по защите растений с международным участием «Фитосанитарные технологии в обеспечении независимости и конкурентоспособности АПК России» (Санкт-Петербург, 2019); на Всероссийской научной конференции с международным участием «Инновации и традиции в современной ботанике» (Санкт-Петербург, 2019); на Международной научно-практической конференции «Развитие агропромышленного комплекса на основе современных научных достижений и цифровых технологий» (Санкт-Петербург, 2020); на III Национальной научной конференции с международным участием «Информационные технологии в исследовании биоразнообразия» (Екатеринбург, 2020); на международной научной конференции, посвященной 50-летию со дня основания РУП «Институт защиты растений» (Прилуки, 2021); на XX международной научно-практической конференции «Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии» (Барнаул, 2021) и других.

Личный вклад автора. Многолетние полевые исследования выполнены автором лично или под её непосредственным руководством по разработанной ею методике обследования полей и созданной при ее участии методике обследования других типов вторичных местообитаний. По инициативе и при непосредственном активном участии автора были созданы информационные ресурсы и разработана методика работы с ними, способствующая цифровизации и автоматизированной систематизации данных полевых исследований. При участии автора разработан вариант эколого-географического анализа для комплекса сорных растений, использованный автором в данном исследовании. При участии автора был составлен список принятых в настоящее время названий видов сорных растений, примененный при оформлении данной работы. Составление плана исследований, выбор мест проведения исследования, анализ данных и осмысление полученных результатов осуществлены автором лично.

Публикации. Основные материалы диссертационной работы изложены в 132 публикациях, из которых 27 опубликованы в журналах, входящих в перечень международных реферативных баз данных и список ВАК РФ. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ и 4 свидетельства о государственной регистрации баз данных.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 409 страницах машинописного текста, включает Введение, 10 глав, Заключение, Практические рекомендации, Список сокращений и словарь терминов, Список использованной литературы, Приложение и содержит 75 таблиц, 66 рисунков. Список использованной литературы включает 495 источников, из них 51 на иностранных языках.

Благодарности. Выражаю искреннюю благодарность и признательность администрации и ведущим ученым ФГБНУ ВИЗР за внимание и поддержку, а

также всем глубокоуважаемым коллегам, оказавшим помощь в ходе выполнения работы по данной теме: сотрудникам ФГБНУ ВИЗР Мысник Е.Н., Надточий И.Н., Соколовой Т.Д., Филипповой Е.Н., Ли Ю.С. – за помощь в экспедиционных полевых исследованиях и Лебедевой Е.Г. – за помощь в создании баз данных; Афонину А.Н. (СПбГУ) – за помощь в освоении ГИС; Федоровой Ю.А. (УФИЦ РАН) – за помощь в проведении эколого-географического анализа и картографировании его результатов; сотрудникам ЕлГУ им. И.А. Бунина Захарову В.Л., Кравченко В.А., Сотникову Б.А., Щучке Р.В. – за помощь в проведении исследований в Липецкой области и многим другим. Особые слова благодарности выражаю моему научному консультанту Долженко В.И. за советы, рекомендации и поддержку. Считаю своим долгом вспомнить моих учителей в сфере изучения ботаники и сорных растений – Никитина В.В. и Ульянову Т.Н. (ВИР им. Н. И. Вавилова) за знания и опыт проведения экспедиционных исследований, а также Камелина Р.В. (БИН РАН) за бесценные знания в области ботаники и воспитание стремления к назначенной цели, что помогло в ходе выполнения данного исследования.

Глава 1. ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ И ФИТОСАНИТАРНОГО РАЙОНИРОВАНИЯ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Фитосанитарное районирование сорных растений

Важным аспектом исследования в области фитосанитарии является разработка мероприятий по защите от рисков распространения вредных организмов, наносящих вред не только посевам, но «и естественной растительности» (ГОСТ 21507 ..., 2015, пункт 1), поэтому объектом исследования являются не организмы, привязанные к территории пахотных земель, а виды, к которым они относятся. Районирование вида сорного растения – результат подразделения территории его ареала на районы, характеризующиеся показателями численности вида, обусловленными степенью пригодности этих районов для произрастания вида (Агроэкологический атлас ..., 2008).

Районирование вредного организма, основанное на общем агроклиматическом, показывает его распределение в районах, отличающихся по показателям климатических факторов, и отражает фитосанитарную обстановку. Районирование, основанное на частном агроклиматическом, призвано отражать дальнейшее распределение вредных организмов в вышеуказанных районах согласно зональному распределению культур (сортов) и действию зональных особенностей агротехнических и защитных мероприятий и направлено на обеспечение фитосанитарного благополучия.

Характеристика фитосанитарной обстановки по сорным растениям базируется на результатах районирования не вида, а комплекса видов. В сельскохозяйственном районировании принято выделение трех уровней территорий районирования: микро-, мезо- и макро- (Жученко, 2013), но нет критерия для их выделения. Территория фитосанитарного районирования – земли сельскохозяйственного назначения, включающие как сельскохозяйственные угодья, так и прилегающие территории для осуществления сельскохозяйственной деятельности, что соответствует понятию агроландшафта (Николаев, 1999), в пределах которого формируется объект районирования – совокупность сорных растений агроландшафта. Дифференциация ландшафта (и агроландшафта) на соподчиненные территориальные уровни обуславливает дифференциацию приуроченной к нему совокупности сорных растений.

1.2 Развитие понятий «сорное растение» и «сорная флора»

Подход к сорным растениям, как к вредным организмам, снижающим величину и качество урожая возделываемых культур, охватывает только растения, произрастающие

на пашне. Поскольку ареалы видов, к которым относятся вредные организмы, выходят далеко за пределы пахотных земель, а места их произрастания характеризуются нарушенным растительным и почвенным покровами, ряд исследователей рассматривают сорные растения, как дикорастущие виды, приуроченные к вторичным местообитаниям (Мальцев, 1932; 1962; Гроссгейм, 1948; Никитин, 1983; Ульянова, 1998; Лунева, 2018), что обуславливает необходимость формулировки фундаментальных понятий «сорные растения» (Лунева, 2018, 2021) и «сорная флора», как территориальной совокупности видов сорных растений всех вторичных местообитаний, а не только полей.

1.3 Основные факторы, влияющие на формирование зон распространения видов сорных растений

Вышеуказанный подход к сорным растениям поясняет обусловленность их распространения основными климатическими факторами, из которых наиболее важными являются температурный и водный режимы территории (Алехин и др., 1961), которые формируют видовое разнообразие и численность организмов в ее пределах (Дажо, 1975; Киселев, 1995; Impacts of ..., 2006; Responses of ..., 2009; Climate change ..., 2011; Hanzlik, Gerowitt, 2012; Singer et al., 2013; Effect of ..., 2015; Лунева и др., 2017, 2020). Сопоставление показателей требовательности отдельных видов сорных растений к факторам тепла и влаги с информацией о распределении этих факторов по земной поверхности позволяет определить, для произрастания каких видов подходит определенная территория. На этом основан эколого-географический анализ, используемый при изучении распространения инвазивных объектов (Goodall et al., 2011; McCartney, 2017), видов сорных растений (Weed Invasion ..., 2004) и их комплексов (Лунева, Мыслик, 2014; Лунева, 2017; 2018; Лунева, Федорова, 2020). При этом отдельные группы растений региональных комплексов предпочитают разные типы вторичных местообитаний (Никитин, 1983), что обуславливает изучение пространственной дифференциации видов сорных растений в пределах регионов с выявлением комплексов, приуроченных к разным типам вторичных местообитаний, с последующим анализом их состава.

1.4 Сорные растения как компонент агроэкосистемы

В сельскохозяйственной экологии термин «агроэкосистема» используется применительно к теплице, к полю, к ферме, к хозяйству (Зубков, 1995; Зейналов, Чурилина, 2012), к севообороту (Марков, 1978; Зубков, 1982, 1992; Шпанев, 2013), часто с прилегающими угодьями (Бодренков, 1970; Бусарова, 2006), а также к агроландшафтному уровню (Новожилов, 1996, 1997; Павлюшин, Воронин, 2004, 2007), включающему не только сельхозугодья, но и земли сельскохозяйственного назначения (Николаев, 1987). В исследованиях последних лет агроэкосистема рассматривается как экосистема агроландшафта, включающая ряд агроценозов (в полях) и фитоценозов в фрагментах естественных сообществ (лугов) на землях сельхозназначения, в синантропизированных (на пастбищах, старых залежах, старовозрастных посевах многолетних трав) и синантропных (рудеральных местообитаниях, молодых залежах и маловозрастных посевах многолетних трав) сообществах, где произрастают сорные растения (Миркин и др., 2003).

Тип и степень нарушенности вторичных местообитаний (Веселова 2013; 2017; Лунева, Мыслик, 2017, 2019), как фоновый фактор, обуславливают распространенность сорных растений в агроэкосистеме с формированием комплексов на местообитаниях определенного типа, основными из которых являются сеgetальные, нарушаемые ежегодно (периодически), и рудеральные, нарушаемые единожды (изредка). В группе сеgetальных местообитаний выделяются две основные группы: местообитания,

сформированные в условиях возделывания культур сплошного сева и пропашных. Фоновой характеристикой формирования местообитаний следующего уровня являются условия технологий возделывания определенной культуры (картофеля, свеклы, моркови, подсолнечника, кукурузы в группе пропашных, а в группе зерновых – яровых и озимых культур).

1.5 Прогноз в защите растений

Прогноз в защите растений есть обоснованное предсказание распространенности и изменения ареала вредного организма. На разных типах вторичных местообитаний, образованных под действием разных факторов, формируются комплексы, отличающиеся составом видов и уровнем их численности (Лунева, 2017). Необходим обоснованный критерий для выделения территорий фитосанитарного районирования, обеспечивающий достоверный прогноз распространенности видов сорных растений на специфических территориях и сопоставимость результатов исследования в разных регионах. Четыре формы фитосанитарного прогноза, основанные на принципе заблаговременности (Егорова, 2016): многолетний, долгосрочный, краткосрочный и сигнализация (Поляков и др., 1975; Горбунов, Пивень, 2001; Фролов, 2011), можно использовать и для сорных растений (Лунева, 2012) на всех типах вторичных местообитаний агроэкосистем.

1.6 Использование компьютерных технологий в гербологических исследованиях

Для полноценного использования результатов широкомасштабного многолетнего фитосанитарного мониторинга при осуществлении районирования сорных растений создаются компьютерные базы данных с автоматизированным доступом к информации и подготовке ее к анализу, как созданные в ходе выполнения работы блоки БД «Сорные растения во флоре России», сопровождаемые информационно-поисковой системой, формирующей выборки по запросам. ГИС служат инструментом для осуществления эколого-географического анализа и визуализации результатов районирования.

Глава 2. НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ, ОБЪЕКТ, ПРЕДМЕТ, МЕСТА И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Описаны научно-методические подходы к проведению исследований (пункт 2.1), о чем сказано выше (стр.6), указаны объект, предмет и места проведения исследований (пункт 2.2), кратко охарактеризованы традиционные и оригинальные методы исследования (пункт 2.3), перечисленные выше (стр. 7-8). Описание оригинальных методов сбора данных и осуществления районирования, приводится в главе 3. Охарактеризованы природно-климатические условия агроклиматических районов двух областей: Липецкой (ЦЧР) и Ленинградской (СЗР), отличающихся гидротермическими показателями.

Глава 3. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФИТОСАНИТАРНОГО РАЙОНИРОВАНИЯ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ

3.1 Обоснование понятия «сорные растения» как объекта фитосанитарного районирования

В настоящее время в защите растений принято определение сорного растения: «...нежелательное для человека растение, обитающее на землях, используемых в качестве сельскохозяйственных угодий, для лесоразведения или отдыха» (ГОСТ 21507..., 2015). Сельскохозяйственное угодье – «земельное угодье, систематически используемое для получения сельскохозяйственной продукции» (ГОСТ 16265..., 1991), в состав которого входят: пашни, многолетние насаждения, залежи, сенокосы и пастбища (География, 2006). Сельскохозяйственные угодья входят в состав земель сельскохозяйственного назначения, наряду с лесополосами, внутрхозийственными дорогами, зданиями,

строениями, сооружениями и коммуникациями, необходимыми для функционирования сельхозпредприятия, а также фрагментами естественной растительности, благодаря включению в состав агроэкосистем также лугов, лесов, болот и замкнутых водоемов в соответствии с территориальным планированием использования земель (Земля и право, 1997). Земли, предназначенные для лесоразведения, включают земли лесного фонда, и иных категорий (земли сельхоз назначения, населенных пунктов, промышленности, энергетики, транспорта и т. п.), на которых ранее не произрастали леса (Приказ Министерства ..., 2019), а также на землях лесных пожарищ.

На перечисленных местообитаниях произрастают растения, которые можно назвать «растениями вторичных местообитаний», а сорными называть только растения полей. Но многие ученые (Мальцев, 1932; Гроссгейн, 1948; Васильченко, 1954; Гуман, 1978; Никитин, 1983; Ульянова, 1995, Миркин и др., 2003) употребляли термин «сорные» по отношению и к тем, и к другим, чему следуем и мы: «Сорные растения – дикорастущие растения вторичных местообитаний, как антропогенных, с регулярно нарушаемым растительным и почвенным покровом (сегетальные местообитания), или с единожды нарушенным (изредка нарушаемым) растительным и почвенным покровом (рудеральные, пасквальные), так и природных, естественным путем нарушенных местообитаний» (Лунева, 2018, 2021).

Связь видового состава растений ненарушенных и нарушенных местообитаний обусловлена наличием в последних значительного количества видов, частично перешедших туда с ненарушенных - апофитов (Лунева, 2018; Третьякова, Кондратов, 2018; Основные термины ..., 2018). Отмечалась связь видового состава сорных растений естественно нарушенных и антропогенных местообитаниях (Гроссгейн, 1948; Мальцев, 1962). Давно отмечено сходство видового состава сорных растений на сегетальных и рудеральных местообитаниях (Никитин, 1983; Ульянова, 1998; Лунева, Тарунин, 2013; Лунева и др., 2014; Мысник и др., 2015; Бекетова, Старикова, 2016). Этой связью обусловлено признание частичной территориальной совокупности видов региональной флоры, объединенных по признаку приуроченности к нарушенным местообитаниям, сорной флорой (экологическим элементом региональной флоры) (Камелин, 2017) (табл. 1).

Таблица 1. Состав флоры вторичных местообитаний

Вторичные местообитания с нарушенным почвенно-растительным покровом				
Местообитания, нарушенные естественными (природными) факторами	Местообитания, нарушенные антропогенными факторами (антропогенные или синантропные)			
обнажения почвы (при выворачивании деревьев, размывании оврагов, подмывании и обвале берегов, сходе селей и т. п.), нарушение растительного покрова от деятельности животных, природных лесных пожаров и т. п.	Пасквальные	Рудеральные	Сегетальные	Урбанизированные (в т. ч. селитебные)
Флора естественно-нарушенных местообитаний	Флора антропогенно нарушенных местообитаний			
Флора вторичных местообитаний или СОРНАЯ ФЛОРА				

Структура вторичных местообитаний обуславливает структуру сорной флоры, дифференцируемой на флористические комплексы экотопов (Юрцев, 1975), т. е. флоры экотопов (Юрцев, Камелин, 1991) или парциальные флоры (Юрцев, 1974; Юрцев,

Семкин, 1980), т. е., парциальные флоры сеgetальных, рудеральных и других вторичных местообитаний, а также сорные флоры разных типов сеgetальных местообитаний, формирующихся технологиями возделывания двух основных типов культур (сплошного сева и пропашных) и каждой из них в отдельности. В пределах сорной флоры области или агроклиматического района осуществляется объединение парциальных флор типов экотопов, как и во флоре в целом (Юрцев, 1982, 1987; Марина, 1983). В пределах элементарной естественной флоры допускается варьирование состава видов на однотипных экотопах (Толмачев, 1941; 1970), что наблюдается также и в пределах элементарной сорной флоры (Лунева, 2019).

Сорная флора – исторически сложившаяся совокупность растений, заселяющих вторичные местообитания еще до появления антропогенной деятельности (Мальцев, 1932, 1962; Гроссгейм, 1948). Исторический характер сеgetальной флоры, формирующейся совместно с развитием сообщества культурных растений, не вызывает сомнений (Расиньш, 1959; Туганаев, 1981; 1984; 2002; Ульянова, 1998). Сорная флора отдельной территории как схожа с таковыми других территорий, так и отличается от них (Лунева, Мыслик, 2020; Лунева, 2018; Терехина, Лунева, 2018). О формировании сорной флоры региона из видов, для которых данная территория подходит по условиям произрастания, свидетельствует целый ряд исследований (Лунева и др., 2017; Лунева, Федорова, 2019 и другие).

Изучение флор, формирующихся под влиянием антропогенной деятельности (часть флоры вторичных местообитаний) – направление, находящееся в стадии становления терминологического аппарата, поэтому важно дать определение понятию «сорная флора» в нашем понимании: это «территориальная совокупность дикорастущих растений вторичных местообитаний с естественно или антропогенно нарушенным растительным и почвенным покровом, свойственная каждой отдельной территории, соответствующей уровню требовательности видов этой совокупности к факторам тепла и влаги, имеющая сложную структуру, сформировавшаяся на протяжении длительного исторического периода и связанная видовым составом с аборигенной флорой первичных местообитаний и сорными флорами прилегающих регионов и пополняемая адвентивными видами» (Лунева, 2021). Следовательно, не просто набор видов сорных растений определенной территории, а именно сорная флора, сформированная на ней, благодаря условиям, подходящим для произрастания этих видов, может быть объектом районирования.

3.2 Обоснование выделения территорий фитосанитарного районирования комплексов сорных растений

Природная флора – флора ландшафта (Лукичева, Сабуров, 1969), есть «основная единица комплексного природного районирования территории» (Вынаев, 1987. С. 29). Следовательно, сорная флора, как флора агроландшафта, является единицей комплексного фитосанитарного районирования сорных растений.

Природная дифференциация ландшафтов и агроландшафтов обусловлена геолого-морфологическими и природно-климатическими определяющими факторами (Латыпова, 2016), чему соответствует выделение агроклиматических районов в пределах областей по особенностям почвенно-климатических условий (Методические указания ..., 2002) как агроландшафтов мезоуровня. Микроуровню соответствует агроландшафт отдельного сельхозпредприятия. Следовательно, агроландшафт может быть критерием выделения уровней территорий районирования. Но на каждом уровне агроландшафта формируется иерархическое подразделение сорной флоры, дальнейшая пространственная дифференциация которой продолжается на разных экотопах. Общей категорией, объединяющей территории уровней агроландшафтов и экотопов, является сорная флора

этих территорий (объект районирования). Таким образом, не агроландшафт, а именно сорная флора может быть задана заранее как классификационная характеристика и быть не только объектом, но и единицей фитосанитарного районирования, а также и критерием выделения территорий этого районирования (География, 2006; Лунева, 2020, 2021). основополагающим условием является признание совокупности видов сорных растений такой выделяемой территории не просто суммой дикорастущих видов, а именно флорой (Камелин, 2017). Флористический анализ показал, что сорная флора Ленинградской области – это часть ее природной флоры, являющейся частью флоры СЗР (Рисунок 1).



Рисунок 1. Головная часть флористических спектров флоры Северо-Западного региона*, флоры Ленинградской области* и сорной флоры Ленинградской области**.

Примечание: *По (Камелин, 2017), ** – собственные данные автора.

Сорная флора области включает в себя сорные флоры агроклиматических районов, каждая из которых включает элементарные сорные флоры агроэкосистем отдельных сельскохозяйственных предприятий (элементарных агроландшафтов). Структура видового комплекса сорных растений севооборота, включающего только сеgetальные местообитания полей, как и структура комплекса сорных растений рудеральных местообитаний представляют собой сеgetальную и рудеральную флору агроэкосистемы, а сеgetальная включает соподчиненные сорные флоры, формирующиеся на совокупности местообитаний под возделываемых культур сплошного сева и пропашных. Структура комплекса видов сорных растений отдельного местообитания значительно отличается от структуры сорной флоры агроэкосистемы количеством видов в семействах, что делает сорную флору агроэкосистемы (а не местообитания) низшим иерархическим уровнем, определяющим микроуровень фитосанитарного районирования (Лунева 2020).

Сорная флора является единицей районирования и критерием выделения территорий для фитосанитарного районирования сорных растений (Лунева, 2020, 2021). Другими словами, если территория является пространством, на котором формируется сорная флора или ее структурное пространственное подразделение, то такую территорию можно рассматривать как территорию фитосанитарного районирования.

Агроландшафт, как и сорная флора агроландшафта, формируются под действием как природных (природно-климатические условия природного ландшафта), так и антропогенных (преобразование природного ландшафта сельскохозяйственной деятельностью) факторов. Дальнейшая дифференциация сорной флоры на составляющие ее составные части (флоры экотопов вторичных местообитаний в природных условиях агроландшафта), также обусловлена обязательным действием природных и

антропогенных факторов (Лунева, 2019, 2021). Следовательно, выделение территорий для осуществления фитосанитарного районирования сорных растений может осуществляться только при незаменимом (нельзя выделять территории фитосанитарного районирования, основываясь только на природных или только антропогенных характеристиках) действии природного и антропогенного факторов (Лунева, 2019, 2021), а объединять в территории для районирования можно только однотипные вторичные местообитания, расположенные на одинаковых по природно-климатическим характеристикам территориях.

3.3 Разработка методов для осуществления фитосанитарного районирования комплексов сорных растений

Вышеуказанный подход к сорным растениям обусловил разработку оригинальных методов, направленных на формирование объекта и выделение территорий фитосанитарного районирования. Метод эколого-географического анализа, применяемый ранее для районирования отдельных видов, был использован в отношении комплексов сорных растений (Афонин, Лунева, 2010; Лунева, Федорова, 2019; 2010), что позволило обосновать формирование сорных флор регионов и областей. Анализ осуществлен на основе электронных карт распространения видов сорных растений (созданных автором и под ее руководством) и карт распределения показателей факторов тепла и влаги (Агроэкологический атлас ..., 2008, www.agroatlas.ru). Верификация результатов осуществлена с помощью созданной базы данных «Сорные растения Российской Федерации в научных источниках» (Свидетельство о регистрации базы данных № 2018621407, от 03.08.2018). Для обследования разных типов местообитаний разработаны: «Геоботанический учет засоренности посевов сельскохозяйственных культур» (Лунева, 2002), «Технологические методы учета и мониторинга сорных растений в агроэкосистемах» (Лунева, 2009) и «Методика изучения распространенности видов сорных растений» (Методика изучения распространенности ..., 2012). Для сбора, хранения информации по данным полевых исследований и подготовки ее к анализу, при активном участии соискателя созданы БД «Сорные растения полей Российской Федерации» (Свидетельство о регистрации базы данных № 2021522847, от 09.12.2021) и «Сорные растения Российской Федерации на разных типах местообитаний» (Свидетельство о регистрации базы данных № 2020622271, от 13.11.2020). Для повышения качества диагностики сорных растений, по инициативе соискателя в ВИЗР создана коллекция «Гербарий сорных растений Российской Федерации» (Herbarium of Weeds of the Russian Federation), зарегистрированная в Index Herbariorum Rossicum, а также в Index Herbariorum (Нью-Йорк) с присвоением международного акронима HWR. Для ориентации в гербарной коллекции ВИЗР создана БД «Сорные растения: гербарная коллекция ВИЗР» (Свидетельство о регистрации базы данных № 2019622042, от 12.11.2019). Для работы с БД создана информационно-поисковая программа «Герболог-инфо» (Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2016610137, от 11.01.2016) и «Методическое пособие по работе с БД «Сорные растения во флоре России» (Лунева, Лебедева, 2012).

Обоснована применимость метода распределения видов по классам постоянства встречаемости на совокупности местообитаний (Казанцева, 1971) для опосредованного отражения уровня их численности на отдельных местообитаниях (Рисунки 2, 3).

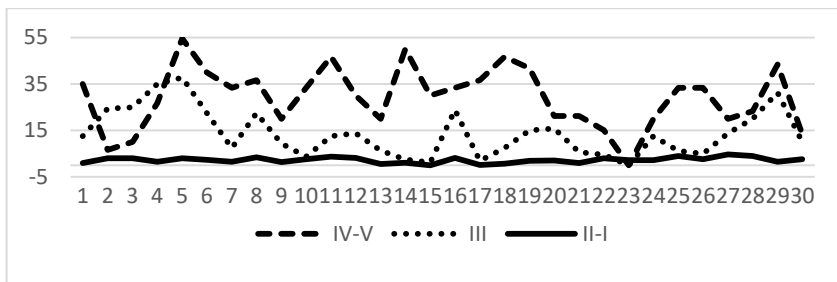


Рисунок 2. Средние значения показателей частоты встречаемости отдельного вида сорного растения в группах высоких классов постоянства встречаемости (IV-V), среднего (III) и низких (I-II) на отдельном поле посевов ячменя. Ленинградская область. 2014–2016 гг.

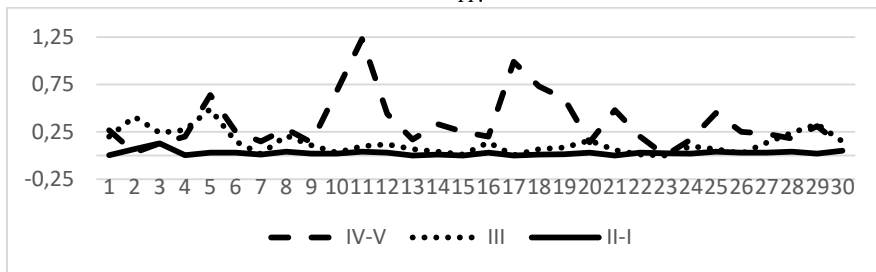


Рисунок 3. Средние значения показателей проективного покрытия отдельного вида сорного растения в группах высоких классов постоянства встречаемости (IV-V), среднего (III) и низких (I-II) на отдельном поле посевов ячменя. Ленинградская область. 2014–2016 гг.

Примечание: по оси абсцисс – номера полей; по оси ординат – показатели численности.

Виды высоких классов постоянства встречаемости на совокупности полей характеризовались высокими показателями встречаемости (2) и проективного покрытия (3) на отдельном поле, среднего класса – средними показателями, а низких классов – низкими показателями на отдельном поле (Лунева, 2021).

3.4 Алгоритм проведения фитосанитарного районирования комплексов сорных растений

Фитосанитарное районирование комплексов сорных растений представляет собой пространственную дифференциацию видового состава региональной сорной флоры по территориям макро-, мезо- и микроуровня агроландшафтов и территориям экотопов в их пределах, выделенным на основе незаменимого действия природных и антропогенных факторов. Алгоритм этого районирования описан выше (стр.5).

Заключение

Рассмотрение сорных растений как дикорастущих видов вторичных местообитаний показывает истоки формирования этой сложной по структуре группы. Обосновывает возможность общего фитосанитарного районирования видов на агроклиматической основе, поскольку формирование их ареалов обусловлено основными климатическими факторами. Приводит к пониманию, что фитосанитарное районирование сорных растений, осуществляемое на территориях агроландшафтов, должно проводиться с

учетом всех типов вторичных местообитаний в их пределах. Формирует признание территориальной совокупности растений вторичных местообитаний сорной флорой, формирование которой на любой территории эколого-географически обусловлено. По аналогии с природной флорой, являющейся флорой определенного ландшафта, а потому и единицей ботанического районирования, сорная флора агроландшафта является единицей фитосанитарного районирования. Поскольку сорная флора, как и агроландшафт, к территории которого она приурочена, сформировались под действием природных и антропогенных факторов, и все внутриландшафтные подразделения сорной флоры образованы под действием обоих факторов, то и выделение территориальных подразделений для осуществления общего комплексного фитосанитарного районирования невозможно без учета воздействия природных и антропогенных факторов. На этой основе сформулировано определение понятия – «фитосанитарное районирование комплексов сорных растений», которое представляет собой пространственную дифференциацию видового состава региональной сорной флоры по территориям макро-, мезо- и микроуровня агроландшафтов и территориям экотопов в их пределах, выделенным на основе действия природных и антропогенных факторов.

Глава 4. ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА СОРНЫХ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИЯХ ГЕОГРАФИЧЕСКИ УДАЛЕННЫХ ДРУГ ОТ ДРУГА РЕГИОНОВ

Основные факторы, регулирующие распространение видов растений – тепло- и влагообеспеченность территории, они же есть основа агроклиматического районирования территории страны, на котором базируется общее комплексное фитосанитарное районирование. Предварительный анализ пригодности территории региона для произрастания комплекса видов сорных растений является основой изучения их дальнейшей распространенности на разных типах вторичных местообитаний. Эколого-географический анализ заключается в сопоставлении показателей требовательности отдельных видов сорных растений к фактору тепла (показатель суммы активных температур по изолинии, описывающей северную границу распространения вида) и влаги (показатель значений гидротермического коэффициента по изолинии, описывающей южную границу распространения вида) с аналогичными показателями для южной и северной границ изучаемой территории (Афонин, Лунева, 2010).

4.1 Эколого-географическое обоснование формирования видового состава сорных растений на территории Северо-Западного региона

Показано, что территория СЗР подходит для произрастания 126 видов сорных растений, Ленинградская область – для 117, Новгородская для 123, Псковская – для 126 из 164 проанализированных. Показана возможность распространения на территории СЗР при условии потепления климата, еще ряда видов, северный предел распространения которых находится южнее южных границ региона (Лунева, Мыслик, 2013; Лунева и др., 2019).

4.2 Эколого-географическое обоснование формирования видового состава сорных растений на территории Центрально-Черноземного региона

Показано, что территория ЦЧР подходит для произрастания 136 видов, Тамбовская – для 134, Липецкая и Белгородская – для 135, Курская и Воронежская – для 136. В условиях потепления климата прогнозируется продвижение ряда видов из более южных регионов на территорию ЦЧР (Лунева и др., 2017; Лунева, Федорова, 2018, 2020).

4.3 Различия видового состава сорных растений на территориях географически удаленных друг от друга регионов

Показатель флористического сходства ($K_j = 0.86$) видового состава сорных растений СЗР и ЦЧР свидетельствует о единстве сорной флоры территории европейской части РФ. Различия представлены тем, что зарегистрированные в Ленинградской области бодяк полевой, коостер ржаной, шавель длиннолистный, сушеница болотная и горец льняной, но отсутствуют в Липецкой. Зарегистрированы в Липецкой, но отсутствуют в Ленинградской бодяк седой, циклахена дурнишниковидная, чертополох колючий, дурнишник обыкновенный, вязель пестрый, липучка отклоненная, заразиха ветвистая, заразиха подсолнечниковая, сердечница крупковая, хориспора нежная, лебеда татарская, просо сорное, резак обыкновенный, чистец однолетний, железница горная (Лунева, 2020).

Региональные различия подтверждены тем, что дифференциальные (присутствующие в составе только одной флоры) виды (56) сорной флоры Ленинградской области, более обеспеченной влагой, чем Липецкая, включают больше видов, тяготеющих к местообитаниям с повышенным увлажнением (гигрофиты, гигромезофиты, мезофиты, мезогигрофиты), а 69 дифференциальных видов сорной флоры Липецкой области включают большее количество менее влаголюбивых видов (мезо-ксерофиты, ксеромезофиты и ксерофиты) (Лунева, 2021).

4.4 Однородное общее фитосанитарное районирование комплексов сорных растений на примере Северо-Западного и Центрально-Черноземного регионов

В результате осуществления однородного районирования (Писаная, 2002) в пределах РФ выявлены территории, аналогичные по значениям гидротермических показателей территориям каждого из сравниваемых регионов, например, Северо-Западного (Лунева, Федорова, 2020) (Рисунок 4).

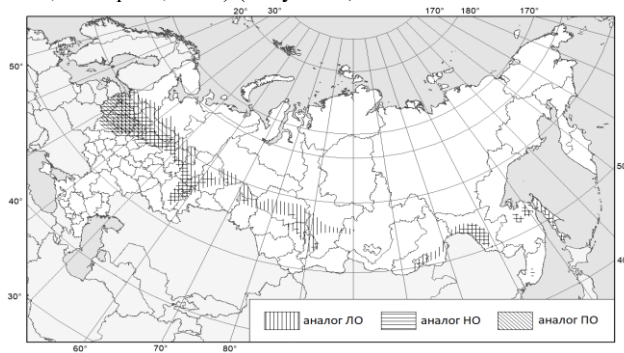


Рисунок 4. Территории, по совокупности факторов тепла и влаги аналогичные территориям Ленинградской (аналог ЛО), Новгородской (аналог НО) и Псковской (аналог ПО) областей (в пределах территории РФ).

Таким же образом смоделирована территория, аналогичная территории ЦЧР (Лунева, Федорова, 2019, 2020). Основополагающее влияние факторов тепла и влаги на распространение растений обуславливает возможность экстраполяции видового состава сорных растений СЗР и ЦЧР на смоделированные территории, что подтверждено результатами анализа научных публикаций и гербарных материалов.

Заключение

Показана эколого-географическая обусловленность формирования видового состава сорных растений на территориях географически удаленных друг от друга

регионов, лежащая в основе видовых различий региональных комплексов сорных растений. Разнообразие типов вторичных местообитаний в пределах каждого региона обуславливает различия условий произрастания сорных растений, поэтому изучение распространенности на них сорных растений является предметом фитосанитарного районирования.

Глава 5. ФИТОСАНИТАРНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСОВ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ НА МИКРОУРОВНЕ.

Районирование сорных растений на микроуровне заключается в выявлении полного видового состава сорных растений агроэкосистемы и изучении их распространенности на специфических территориях, сформированных на основе действия природных и антропогенных факторов в пределах элементарного агроландшафта (Лунева, 2020, 2021; Лунева, 2021).

5.1 Распространенность видов сорных растений на территории отдельной агроэкосистемы

На примере отдельной агроэкосистемы (в Ленинградской области) показано распределение произрастающих там видов сорных растений по разным экотопам. Видовой комплекс сорных растений, сформировавшийся на территории экосистемы Павловской опытной станции, включает 138 видов сорных растений, из которых 119 зарегистрированы на рудеральных, а 76 – на сеgetальных местообитаниях. Всего 58 видов произрастают на обоих типах местообитаний, коэффициент флористического сходства = 0,42. Видовой комплекс сорных растений сеgetальных местообитаний распределен на два, сформировавшихся на местообитаниях под возделыванием культур сплошного сева (52 вида) и пропашных (36 видов), сходство которых обусловлено присутствием в каждом из них 33 одинаковых видов и 10 из них встречаются с одинаковой частотой в обоих типах культур, а различие в том, что 6 видов засоряют посеы преимущественно зерновых культур, 17 – преимущественно посадки картофеля (Рисунок 5).

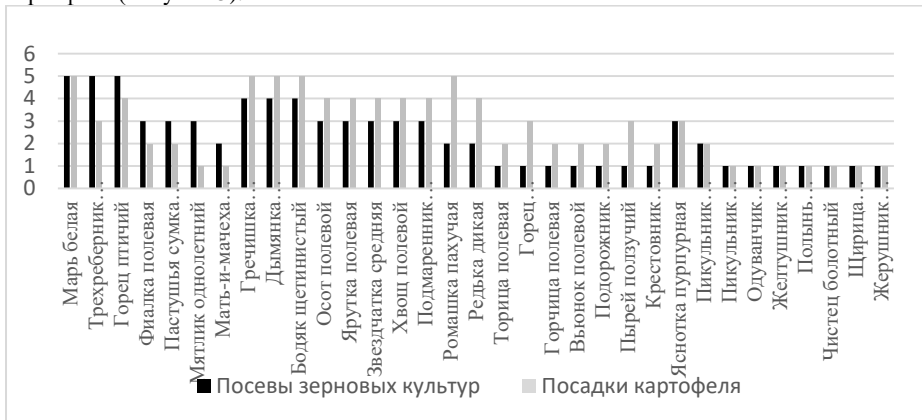


Рисунок 5. Представленность одинаковых видов сорных растений в посадках картофеля и посевах зерновых культур на территории отдельной агроэкосистемы (Павловская опытная станция). Ленинградская область. 1999–2016 гг.

Виды сорных растений культур сплошного сева представлены двумя группами (в посевах пшеницы яровой и овса), причем сходство обусловлено 25-ю одинаковыми

видами, а различие тем, что 13 из них относятся в посевах каждой из культур к разным классам постоянства встречаемости (Лунева, 2020).

Отдельные местообитания одного типа, объединяемые в экотопы (поля в одном хозяйстве под возделыванием одной культуры), отличаются по видовому составу и уровню численности одинаковых видов. Так, состав доминирующих видов сорных растений в посевах овса (4 поля, Павл. оп. ст., 2009 г.), картофеля (7 полей там же, 2009 г.), посевов многолетних кормовых трав (8 полей, хозяйство «Гостилицы», 2009 г.), посевов моркови (4 поля, хоз-во «Детскосельский», 2008 г., 2009 г.), ячменя ярового (6 полей, хоз-во «Сельцо», 2009 г.) на каждом поле был уникальным, флористическое сходство полного видового состава отдельных агрофитоценозов под одной культурой было на среднем уровне: $K_j = (0,38) 0,42-0,55 (0,59)$, а одинаковые на всех полях виды отличались разными показателями встречаемости.

При одинаковых природных фоновых характеристиках всех полей под одной культурой в одной агроэкосистеме, а также в условиях одной и той же технология ее возделывания, показатели встречаемости отдельного вида сорного растения на поле обусловлены рядом причин (микрорельефом поля, экспозицией склонов, защитными мероприятиями, культурой-предшественником и т. п.). Неравномерность распределения сорных растений внутри контура поля показана на примере двух полей под посевами ячменя ярового в одном хозяйстве (хоз-во «Сельцо», 2008 г.). На одном из них наиболее часто и с высокими показателями встречаемости на учетных площадках регистрировались одуванчик лекарственный и клевер гибридный, на втором – тысячелистник обыкновенный и дымянка лекарственная.

Заключение

На примере отдельной агроэкосистемы (микроуровень фитосанитарного районирования) выявлен видовой состав сорной флоры, осуществлено выделение специфических территорий (экотопов) и показано распределение на них видов сорных растений, выявившее различия между формирующимися там видовыми комплексами.

Полученные результаты позволят в дальнейшем отслеживать изменения видового состава сорных растений на разных типах местообитаний при изменении структуры посевных площадей, нарушениях схемы севооборота, внесении преобразований в систему агротехнических и защитных мероприятий с выявлением заносных и карантинных видов. Знания особенностей распространности сорных растений в посевах отдельных культур обуславливают более предметный подход к приобретению средств химической защиты, (что положительно скажется на экологической обстановке в агроэкосистеме), а также являются звеном в общей картине фитосанитарной обстановки в отдельном районе или области в целом.

Важный аспект полученных результатов заключается в использовании их как основы для дальнейшего изучения распространности сорных растений в пределах каждого экотопа под влиянием других факторов: состава и структуры почвы, способов ее обработки, сроков посева культуры, состава внесенных минеральных удобрений или гербицидов и т. п., что является предметом частного фитосанитарного районирования сорных растений.

Глава 6. ФИТОСАНИТАРНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСОВ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ НА МЕЗОУРОВНЕ

Районирование сорных растений на мезоуровне заключается в выявлении полного видового состава сорных растений отдельного агроклиматического района (как полной совокупности видов отдельных агроэкосистем в его пределах) и пространственной

дифференциации видовых комплексов на экотопах, каждый из которых объединяет все однотипные местообитания в его пределах

6.1 Распространенность видов сорных растений в агроклиматических районах Ленинградской области (Северо-Западный регион)

Видовые комплексы, формирующиеся в агроклиматических районах из 326 видов сорной флоры области, характеризуются как сходством (128 общих видов, $K_j = 0,56-0,61$), так и различием, отраженным показателями флористического богатства и таксономического разнообразия (Лунева, 2016, 2019) (Таблица 2).

Таблица 2. Показатели флористического богатства и таксономического разнообразия комплексов сорных растений агроклиматических районов. Ленинградская область. 1999–2016 гг.

Агроклиматические районы	II	III	IV	V	V-1
Количество видов	245	183	234	197	242
Количество родов	141	125	144	131	139
Количество семейств	34	34	34	35	35
Среднее количество видов в семействе (в/с)	7,21	5,38	6,88	5,63	6,91
Среднее количество родов в семействе (р/с)	4,15	3,68	4,24	3,74	3,97
Среднее количество видов в роде (в/р)	1,74	1,46	1,63	1,50	1,74

6.2 Распространенность видов сорных растений на разных типах вторичных местообитаний в агроклиматических районах Ленинградской области

Различие между видовыми комплексами сегетальных местообитаний агроклиматических районов отражены показателями флористического сходства ($K_j = 0,44-0,62$), показателями меры включения видов одного комплекса в другой (0,49–0,93), различиями в структуре головной части флористических спектров этих комплексов. Каждый из 38 видов, присутствующих в составе комплексов всех агроклиматических районов, характеризуется в каждом из них отнесением к разным классам постоянства встречаемости. Наиболее близки по видовому составу агроклиматические районы в средней части области (II, IV, V-1), отличающиеся от северного III и южного V агроклиматического районов. Анализ распределения сорных растений на рудеральных местообитаниях в агроклиматических районах выявил аналогичные тенденции (Лунева, 2020) (Таблица 3).

Таблица 3. Показатели флористического богатства и таксономического разнообразия комплексов сорных растений рудеральных местообитаний в агроклиматических районах. Ленинградская область. 1999–2016 гг.

Агроклиматические районы	II	III	IV	V	V-1
Количество видов	175	154	202	160	202
Количество родов	118	110	132	111	128
Количество семейств	33	32	32	30	35
Среднее количество видов в семействе (в/с)	5,30	4,81	6,31	5,33	5,77
Среднее количество родов в семействе (р/с)	3,58	3,44	4,13	3,70	3,66
Среднее количество видов в роде (в/р)	1,52	1,40	1,53	1,44	1,58

Дальнейшая дифференциация показала различия между комплексами сорных растений в посевах культур сплошного сева и пропашных в отдельных агроклиматических районах, выраженные показателями низкого и среднего уровня флористического сходства между ними (зерновые $K_j = 0,39-0,58$, пропашные $K_j = 0,45-0,53$), отличием в составе видов высоких классов постоянства встречаемости и

отнесением одинаковых видов во всех агроклиматических районах к разным классам постоянства в каждом из них (Рисунки 6, 7).

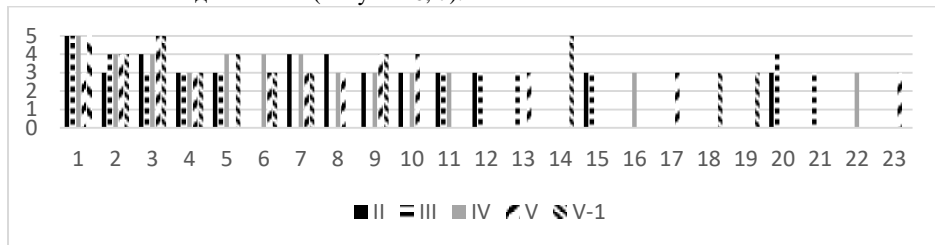


Рисунок 6. Распределение видов сорных растений высоких классов постоянства встречаемости в посевах зерновых культур в агроклиматических районах.

Ленинградская область. 1999–2016 гг.

Условные обозначения: Одинаковые в двух типах культур виды 1– марь белая, 2 – бодяк щетинистый, 3 – трехреберник непахучий, 4 – фиалка полевая, 5 – дымянка лекарственная, 6 – ярутка полевая, 7 – гречишка вьюнковая, 8 – пастушья сумка обыкновенная, 9 – осот полевой, 10 – звездчатка средняя, 11 – ромашка пахучая, 12 – горец шавелелистный, 13 – пырей ползучий, 14 – горец птичий, 15 – торица полевая, 16 – яснотка пурпурная, 17 – полынь обыкновенная, 18 – подмаренник цепкий, 19 – мятлик однолетний; виды высоких классов постоянства встречаемости только в посевах зерновых 20 – пикульник двунадрезанный, 21 – незабудка полевая, 22 – одуванчик лекарственный, 23 – мятлик однолетний; аналогичные виды только в пропашных 24 – чистец болотный, 25 – мята полевая, 26 – крапива жгучая.



Рисунок 7. Распределение видов сорных растений высоких классов постоянства встречаемости в посевах (посадках) пропашных культур в агроклиматических районах.

Ленинградская область. 1999–2016 гг.

Условные обозначения: те же, что и для рисунка 6.

Дальнейшее пространственное распределение видов сорных растений в посевах одной культуры в разных агроклиматических районах показало различия между комплексами сорных растений посевов овса в южной (V агроклиматический район) и западной (IV агроклиматический район) частях области, а также в трех административных районах II агроклиматического района: Госненском (II-Го), Всеволожском (II-Вс) и Волховском (II-Во). Видовой состав сорных растений посевов овса в северной части II агроклиматического района (II-Кс и II-Во) сходен, но отличается от такового II-Го, который, в свою очередь показывает сходство с рядом расположенным IV агроклиматическим районом. Аналогичным образом выявлены различия между сегетальными флорами посадок картофеля в южной (V агроклиматический район),

западной (IV агроклиматический район), центральной (II агроклиматический район) частях области и на территории пригородной зоны (агроклиматический район V-1), а также между сеgetальными флорами посевов моркови и свеклы столовой в агроклиматических районах II и V-1 (Лунева, 2018).

6.3 Распространенность видов сорных растений на разных типах вторичных местообитаний в агроклиматических районах Липецкой области (Центрально-Черноземный регион)

Показатели коэффициентов видового сходства комплексов сорных растений на сеgetальных местообитаниях в агроклиматических районах в пределах 0,34–0,47, наиболее богат видам II агроклиматический район, а наименее – III. Состав и последовательность расположения 10-ти ведущих семейств в каждом комплексе, показатели меры включения видов одного комплекса в другой, отнесение одних и тех же видов к разным классам постоянства встречаемости в разных агроклиматических районах – свидетельствуют о пространственной дифференциации сорных растений на сеgetальных местообитаниях.

Показатели флористического богатства и таксономического разнообразия видовых комплексов рудеральных местообитаний во всех агроклиматических районах выше, чем сеgetальных. При этом рудеральные комплексы реализуются в агроклиматических районах более сходно, а комплексы сеgetальных местообитаний – с большей разницей. Одноименные комплексы в разных агроклиматических районах различаются структурами флористических спектров, разными показателями флористического богатства и таксономического разнообразия, низкими показателями коэффициентов видового сходства, различием видового состава классов постоянства встречаемости в каждом из них (Лунева, 2010) и разным составом двух первых «триад» головной части флористических спектров (Таблица 4).

Таблица 4. Первые «триады» флористических спектров сеgetальной и рудеральной флоры агроклиматических районов. Липецкая область. 2016–2018 гг.

Агроклиматические районы											
I			II				III				
Сорные флоры агроклиматических районов											
Сеgetальная		Рудеральная		Сеgetальная		Рудеральная		Сеgetальная		Рудеральная	
Слож.	9	Слож	24	Слож	22	Слож	48	Слож	9	Слож	34
Злаки	7	Бобов	16	Греч	11	Злаки	27	Злаки	6	Злаки	19
Крест	5	Злаки	13	Злаки	8	Бобов.	21	Крест	5	Крест	13
Греч	5	Крест	8	Крест	8	Крест	19	Греч	5	Губо	12
Гвозд	4	Губо	7	Губо	8	Губо	12	Моло	2	Зонт	7
Бурач	3	Зонт	6	Бобов	7	Греч	10	Подор	2	Греч	7

Условные обозначения: Слож – сложноцветные, Крест– крестоцветные, Бобов – бобовые, Греч – гречиховые, Гвозд – гвоздичные, Бурач – бурачниковые, Губо – губоцветные, Зонт – зонтичные, Моло – молочайные, Подор – подорожниковые.

Особенности распространенности видов сорных растений в посевах зерновых и пропашных культур, а также посевов отдельных культур в агроклиматических районах (пшеницы яровой, ячменя ярового, подсолнечника и свеклы сахарной) характеризуются не только видовым составом, но и разным распределением видов по классам постоянства встречаемости (Лунева, Мыслик, 2019).

6.4 Визуализация результатов фитосанитарного районирования сорных растений на мезоуровне на примере Липецкой области

Результаты анализа пространственной дифференциации видов сорных растений в посевах культур сплошного сева и пропашных в разных агроклиматических районах, показавшие виды, относящиеся к высоким классам постоянства встречаемости в каждом из них, отражены на комплексных картодиаграммах, отражающих их распределение по агроклиматическим районам области. (Рисунок 8).

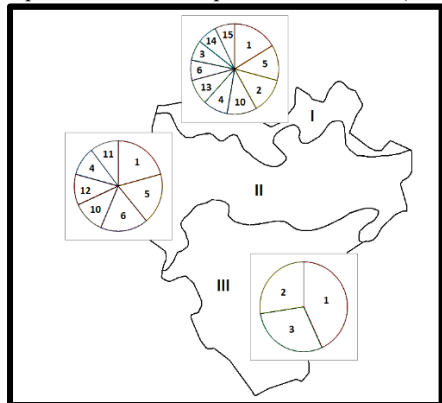


Рисунок 8. Комплексная картодиаграмма представленности видов сорных растений высоких классов постоянства встречаемости в посевах зерновых культур в агроклиматических районах. Липецкая область. 2016–2018 гг.

Условные обозначения: 1 – вьюнок полевой, 2 – ежовник обыкновенный, 3 – марь белая, 4 – бодяк щетинистый, 5 – фиалка полевая, 6 – пикульник обыкновенный, 10 – подмаренник цепкий, 11 – смолевка белая, 12 – гречишка вьюнковая, 13 – редька дикая, 14 – дымянка лекарственная, 15 – василек синий.

Аналогичные картодиаграммы, построенные для групп видов высоких классов постоянства встречаемости в посевах пшеницы яровой, ячменя ярового, подсолнечника и свеклы сахарной, свидетельствуют о дальнейшей пространственной дифференциации сеgetальной флоры агроклиматических районов на экотопах (Лунева, Мыслик, 2019).

Заключение

На мезоуровне фитосанитарного районирования результаты, полученные при обследовании экотопов отдельных агроэкосистем, объединяются в крупные видовые комплексы экотопов, выделенных на основе фоновых природных и антропогенных характеристик всего агроклиматического района. Природная фоновая характеристика – общие для всего агроклиматического района природно-климатические условия, антропогенные фоновые характеристики – это общие зональные условия формирования разных типов вторичных местообитаний. Результаты такого уровня обобщения характеризуют фитосанитарную обстановку на разных типах местообитаний в отдельном агроклиматическом районе, что является основой для последующего изучения особенностей распространенности видов сорных растений на этих местообитаниях под влиянием на них множества других, главным образом, антропогенных факторов для достижения фитосанитарного благополучия, то есть, для управления агроэкосистемой мезоуровня.

Глава 7. ФИТОСАНИТАРНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСОВ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ НА МАКРОУРОВНЕ.

Районирование сорных растений на макроуровне заключается в выявлении полного видового состава сорных растений регионального агроландшафта (как полной совокупности видов всех агроэкосистем в его пределах) и изучении распространенности видов на специфических территориях (экотопах), выделенных на основе фоновых природных и антропогенных характеристик агроландшафта уровня области или региона.

7.1 Распространенность видов сорных растений на разных типах вторичных местообитаний на макроуровне на примере Ленинградской области

Также, как на микро- и мезоуровне видовой состав экотопов сеgetальных и рудеральных местообитаний на макроуровне характеризуется особенностями флористической структуры и дифференциальными видами в каждом комплексе (Лунева, Мыслик, 2017). Дальнейшая дифференциация видов сеgetальных местообитаний в экотопах двух типов полевых культур в масштабах области иллюстрирует низкий уровень их сходства: $K_j = 0,39$. Представленность видов в отдельных культурах (Рисунок 9), тоже

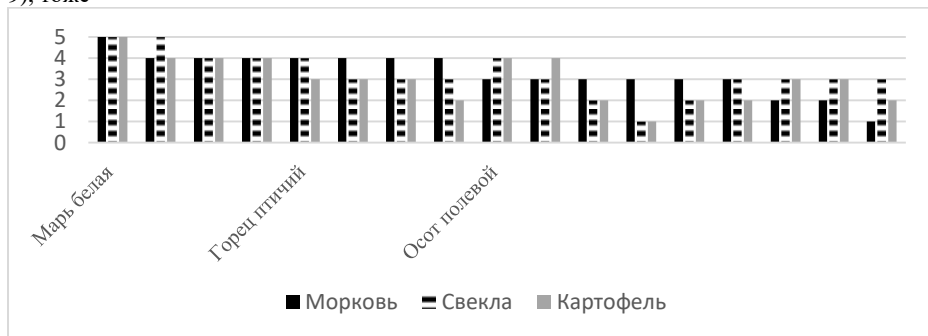


Рисунок 9. Распространенность видов высоких классов постоянства встречаемости в агрофитоценозах отдельных пропашных культур. Ленинградская область. 1999–2016 гг. показывает различия между сформировавшимися там комплексами сорных растений. Посевы свеклы столовой засорены 92 видами, моркови – 97 видами, картофеля – 131 видом сорных растений. Видовое сходство сорных растений в экотопах отдельных пропашных культур находится в пределах 0,55–0,58. Одинаковые виды высоких классов постоянства хотя бы в одной культуре распределены по культурам неодинаково (Лунева, Мыслик, 2016). Видовой состав агрофитоценозов зерновых культур складывается из 60 % видов сеgetальной флоры Ленинградской области, а пропашных культур – из 42% видов (Лунева, 2017).

7.2 Распространенность видов сорных растений на разных типах вторичных местообитаний на макроуровне на примере Липецкой области

Аналогичные исследования на территории Липецкой области выявили в составе сорной флоры области 274 вида сорных растений, распределившихся с более высокими показателями флористического богатства и таксономического разнообразия на рудеральных местообитаниях, чем на сеgetальных (Лунева, 2020). Видовой состав сорных растений в агрофитоценозах двух основных типов полевых культур различен: показатели видового богатства в одних семействах выше в агрофитоценозах зерновых культур, а в других – в пропашных (Рисунок 10).

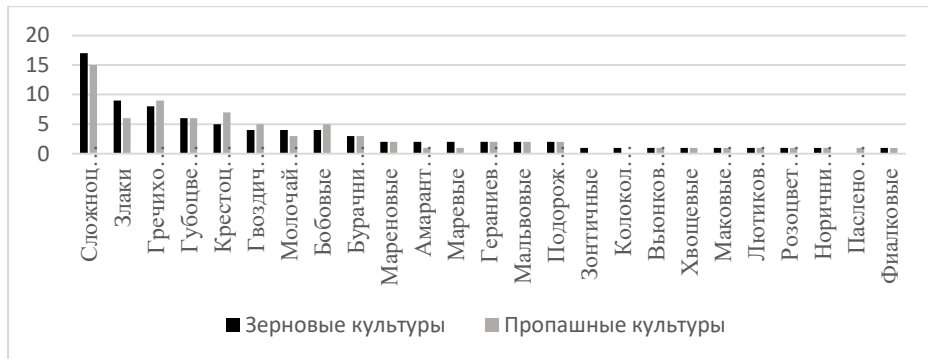


Рисунок 10. Показатели видового богатства в семействах комплексов сорных растений в агрофитоценозах посевов зерновых и пропашных культур. Липецкая область. 2016–2018 гг.

Аналогичным образом показаны различия в видовом составе комплексов сорных растений отдельных зерновых и пропашных культур (Лунова, Мысник, 2019).

7.3 Региональные различия видового состава сорных растений сеgetальных местообитаний в областях географически удаленных друг от друга регионов

Показаны различия видового состава комплексов сорных растений на сеgetальных местообитаниях (Лунова, 2018), в зерновых культурах (Лунова, 2020), а также посевах ячменя ярового в двух географически удаленных областях. Показана разная фитосанитарная роль одинаковых видов в посевах этой культуры, но в разных регионах: вьюнок полевой, редька дикая и пикульник обыкновенный более актуальны, как вредные организмы в Липецкой области, а марь белая, дымянка лекарственная, трехреберник обыкновенный, пастушья сумка, фиалка полевая, гречишка вьюнковая, звездчатка средняя, одуванчик лекарственный, ярутка полевая, бодяк полевой, тысячелистник обыкновенный, полынь обыкновенная, пырей ползучий, горец щавелистный, смолевка обыкновенная и др. – в Ленинградской области (Рисунок 11).

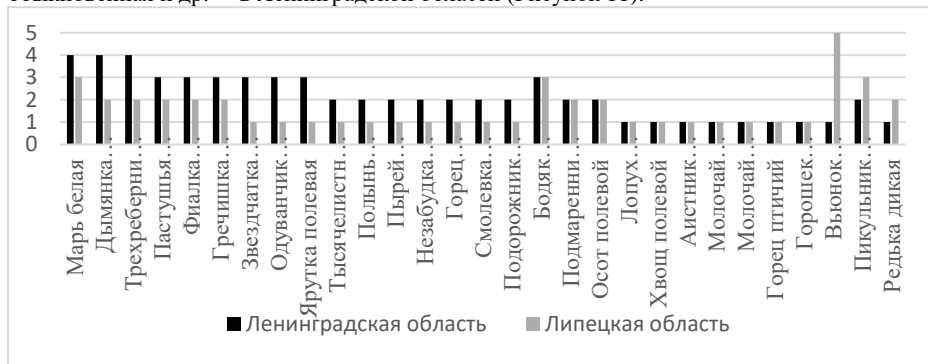


Рисунок 11. Распределение по классам постоянства встречаемости одинаковых видов сорных растений в посевах ячменя ярового в географически удаленных областях. Ленинградская (СЗР) и Липецкая (ЦЗР).

Отнесение представленных видов к высоким классам постоянства встречаемости в одном из регионов обусловлено оптимальным соответствием уровня теплообеспеченности и влагообеспеченности территорий этого региона уровню требовательности этих видов к факторам тепла и влаги. Из 11 одинаковых для двух областей видов, 10 зарегистрированы на значительно большем количестве полей в Ленинградской области, более соответствующей им по уровню теплообеспеченности и только один в Липецкой, при том, что влагообеспеченность обеих областей достаточна для этих видов (Таблица 5).

Таблица 5. Взаимосвязь частоты встречаемости видов сорных растений на совокупности полей с уровнем теплообеспеченности территории. Ленинградская область, 2013–2015 гг., Липецкая область, 2016–2018 гг.

Название вида	САТ	ГТК	Ленинградская область (ЛЕ)		Липецкая область (ЛИ)	
			%	КПВ	%	КПВ
Гречишка вьюнковая	953	0,32	28.89-64.08	II, III, III, III, IV	18.18-42.17	I, II, III
Марь белая	1064	0,35	68.89-80.59	IV, IV, IV, IV, IV	27.71-57.97	II, III
Горец птичий	1188	0,35	22.22-75.09	II, II, II, III, IV	7.25-22.73	I, II
Ярутка полевая	1230	0,35	17.78-56.25	I, II, II, III, III	5.79-28.92	I, II
Редька дикая	1264	0,81	15.32-43.27	I, I, I, II, III	13.14-36.36	I, II, II
Ромашка пахучая	1361	0,68	33.78-49.82	II, II, II, II, III	27.27	II
Звездчатка средняя	1362	0,35	42.22-72.16	III, III, IV, IV, IV	4.55-36.14	I, II
Пастушья сумка обыкновенная	1366	0,35	39.19-62.64	II, III, III, III, IV	8.69-33.73	I, II
Дымянка лекарственная	1430	0,68	13.55-55.41	I, II, II, II, III	27.27-37.35	II, II
Осот полевой	1539	0,38	15.56-65.71	II, III, III, IV, IV	5.80-27.27	I, II
<i>Север. граница ЛЕ</i>	1854	1,78				
Подмаренник цепкий	1970	0,53	23.42-35.42	II, II, II, II, II	27.54-54.55	II, III, III
<i>Южн. граница ЛЕ</i>	2044	1,78				
<i>Север. граница ЛИ</i>	2483	1,28				
<i>Южн. граница ЛИ</i>	2656	1,16				

Условные обозначения: САТ – сумма активных температур выше +5 °С; ГТК – гидротермический коэффициент; % – встречаемость на совокупности полей; КПВ – класс постоянства встречаемости.

Заключение

Макроуровень фитосанитарного районирования сорных растений выделен на основе территорий агроландшафтов двух географически удаленных областей, в состав каждого из которых входят все элементарные агроландшафты и, следовательно, все типы вторичных местообитаний в его пределах, а видовой состав складывается из совокупности сорных растений, там произрастающих. На региональном уровне выявлены такие же различия между комплексами сорных растений разных экотопов, как на микро- и мезо- уровнях. Межрегиональные различия показаны комплексами сорных растений одноименных экотопов в разных регионах.

В целом результаты работают на достижение основной цели – сокращение объема защитных мероприятий путем целенаправленных действий против конкретных вредных видов для экологизации сельхозпроизводства в масштабе области.

Глава 8. ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА СОРНЫХ РАСТЕНИЙ СЕГЕТАЛЬНЫХ МЕСТООБИТАНИЙ НА МАКРО-, МЕЗО-, МИКРОУРОВНЯХ (НА ПРИМЕРЕ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)

Тенденции распространенности видов сорных растений на территориях фитосанитарного районирования разного иерархического уровня в пределах Ленинградской области показаны распределением 274 видов сегетальных местообитаний. Например, выявлено 10 видов, зарегистрированных в 78,51 % административных районов в 81–100 % хозяйств, и в 21,49 % районов в 61–80 % хозяйств (бодяк щетинистый, осот полевой, ромашка пахучая, трехреберник непахучий и др.). Еще ряд видов (польнь обыкновенная, ярутка полевая, дымянка лекарственная, пикульник красивый, яснотка пурпурная, пырей ползучий и др.) тоже зарегистрированы в 81–99 % административных районов, причем в 35,71–85,71 % из них эти виды отмечены в 81–100 % хозяйств, в 7.14–35.71 % районов отмечены в 61-80 % хозяйств, а в 7,14–28,57 % районов – всего в 21–40 % хозяйств этих районов. Таким образом показана распространенность 32 наиболее часто встречающихся в области видов сорных растений по районам и хозяйствам в их пределах.

Уровень флористического сходства между комплексами сорных растений, сформированных на территории административных районов находится на среднем и высоком уровне (K_j в пределах 0,54–0,73), а распределение видов районных комплексов в агроэкосистемах отдельных хозяйств более разнообразно (K_j в пределах 0,31–0,54), одинаковых видов в сравниваемых хозяйствах менее половины. Аналогичны показатели флористического сходства между комплексами сорных растений в агрофитоценозах посевов разных полевых культур в отдельных агроэкосистемах сельскохозяйственных предприятий («Детскоевский» $K_j = 0,25–0,54$, «Сельцо» $K_j = 0,36–0,53$, «Предпортовый» $K_j = 0,22–0,61$, «Шушары» $K_j = 0,31–0,58$).

Сравнение показателей флористического сходства между комплексами сорных растений административных районов (мезоуровень), комплексами агроэкосистем отдельных хозяйств, сорными растениями агрофитоценозов отдельных культур в агроэкосистеме и агрофитоценозов одной возделываемой культуры в одном хозяйстве (микроуровень), но в разные годы исследования, показанное на примере двух агроэкосистем одного административного района, выявило различия между этими комплексами, обусловленные их пространственной дифференциацией (Таблица 6).

Таблица 6. Показатели флористического сходства видового состава сорных растений сегетальных местообитаний на разных территориях фитосанитарного районирования.

Ленинградская область. 2008–2010 гг.

Показатели K_j между составом сорных растений Тосненского района и остальных (0.45)– 0.71–(0.86)				
Показатели K_j видового состава сорных растений агроэкосистем	Хозяйство	Показатели K_j комплексов сорных растений агрофитоценозов культур в агроэкосистеме	Показатели K_j комплексов сорных растений агрофитоценозов одной культуры в агроэкосистеме в течение нескольких лет исследования	
(0,35)– 0,44 –(0,58)	Детско-сельский	(0,25)– 0,39 –(0,54)	Картофель	(0,25)– 0,34 –(0,42)
			Многолетние травы	(0,11)– 0,21 –(0,30)
			Однолетние травы	(0,21)– 0,28 –(0,34)
			Свекла столовая	(0,29)– 0,31 –(0,33)

	Шушары	(0,31)– 0,47 – (0,58)	Капуста	0,33
			Морковь	0,34
			Капуста	(0,36)– 0,38 –(0,39)
			Морковь	(0,35)– 0,38 –(0,44)
			Картофель	(0,34)– 0,36 –(0,38)
			Свекла столовая	(0,33)– 0,35 –(0,37)
			Многолетние травы	0,21

Заключение

Видовой состав сорных растений на сегетальных местообитаниях территории агроландшафта Ленинградской области (макроуровень) включает 274 вида. Одинаковых видов в комплексах сорных растений на территориях административных районов (мезоуровень) всего 71 %, одинаковых видов в агроэкосистемах одного района всего 31–54%, одинаковых видов в агрофитоценозах отдельных культур в одной агроэкосистеме – 39–47 %, а одинаковых видов в посевах одной и той же культуры, выращиваемой в одной агроэкосистеме в разные годы, всего 21–44 %. Видовой состав сорных растений Ленинградской области, сформировавшийся под действием одинаковых фоновых природных и антропогенных факторов, дифференцируется на каждом соподчиненном уровне, согласно дифференциации фоновых характеристик, что иллюстрируется уменьшением сходства видового состава территорий, сравниваемых на более низком уровне районирования.

Для фитосанитарного районирования результаты исследования, представленные в данной работе (главы 4, 5, 6, 7, 8) играют основополагающую роль, иллюстрируя зависимость распространения видов сорных растений в регионах и областях (макроуровень), а также распространенности в агроклиматических и административных районах (мезоуровень) и агроэкосистемах (микроуровень) от действия природного и антропогенного фактора, с формированием на каждой специфической территории районирования комплекса сорных растений, неидентичного по видовому составу и численности видов комплексам других специфических территорий.

Глава 9. ПРОГНОЗ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ ВИДОВЫХ КОМПЛЕКСОВ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ НА ТРЕХ УРОВНЯХ ФИТОСАНИТАРНОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

9.1 Фитосанитарное районирование – основа прогноза распространности видовых комплексов сорных растений

Территории фитосанитарного районирования – агроландшафты разного иерархического уровня – формируются под действием природных и антропогенных факторов с образованием разнообразных вторичных местообитаний, полная территориальная совокупность видов на которых представляет собой сорную флору агроландшафтов, являясь экологическим элементом природной флоры региона (Лулева, 2020, 2021). Такой подход неизбежно предопределяет принятие эколого-географической обусловленности формирования объекта фитосанитарного районирования – сорной флоры региона (области) и, следовательно, стабильности видового состава сорных растений на территории области в целом, а также в разных экотопах (как неполной территориальной совокупности видов сорной флоры). Это обуславливает разработку многолетнего и долгосрочного прогнозов присутствия этих видов в регионе, области, агроклиматическом районе, агроэкосистеме. Сохранение в регионе действующих структур агроэкосистем, севооборотов с районированным набором культур и действующих технологий их возделывания, способствует сохранению принципа

незаменимости действия природного и антропогенного факторов и обуславливает разработку прогноза распространенности видов сорных растений на сеgetальных и рудеральных местообитаниях, а также в посевах двух типов культур и на совокупности полей под одной культурой также на трех уровнях фитосанитарного районирования (Лунева, 2012; Лунева, Мысник, 2014; Лунева, 2021).

9.2 Прогноз распространенности комплексов сорных растений на трех уровнях фитосанитарного районирования на примере территорий Северо-Западного и Центрально-Черноземного регионов

В главе подробно представлены отдельные аспекты многолетнего прогноза на разных уровнях фитосанитарного районирования.

9.2.1 Фитосанитарный прогноз на макроуровне

На основе результатов многолетних полевых исследований разработан многолетний прогноз распространенности смоделированных комплексов сорных растений (о которых сказано выше) в отдельных областях Северо-Западного региона (Лунева, Мысник, 2013; Лунева и др., 2019). Указано 20 видов, для которых прогнозируется продвижение из южных районов региона в более северные в условиях потепления климата. Перечислены виды, произрастание которых прогнозируется на сеgetальных и рудеральных местообитаниях Ленинградской области (Лунева, Мысник, 2017), в посевах культур сплошного сева и пропашных (Лунева, 2017, 2020), а также в посевах ячменя с подразделением видов на классы постоянства встречаемости. Аналогично структурирован список видов, произрастание которых прогнозируется в посевах зерновых культур и отдельно ячменя ярового на территории Липецкой области (Лунева, Мысник, 2019).

9.2.2 Фитосанитарный прогноз на мезоуровне

Представлены списки видов сорных растений, произрастание которых прогнозируется в агроклиматических районах на территории Ленинградской области (Лунева, 2016; Лунева, 2020 г), в посевах двух типов культур, а также на сеgetальных и рудеральных местообитаниях в агроклиматических районах Липецкой области (Лунева, 2020б).

9.2.3 Фитосанитарный прогноз на микроуровне

Представлены списки видов сорных растений, произрастание которых прогнозируется на сеgetальных и рудеральных местообитаниях в агроэкосистеме на территории Павловской опытной станции ВИР (Ленинградская область), отдельно в посевах зерновых и пропашных культур и отдельно в посевах овса и ячменя (Лунева, 2021д).

Заключение

Содержание многолетнего регионального прогноза, основанного на эколого-географическом обосновании формирования видового состава сорных растений регионов (областей), обуславливает научно обоснованное предвидение дальнейшего присутствия выявленных видов сорных растений в пределах изучаемой территории, на сеgetальных и рудеральных местообитаниях, в посевах разных типов культур, в отдельных культурах на уровне агроэкосистемы, агроклиматического района или области (региона). Знание прогнозируемых видовых комплексов позволит своевременно выявлять занос на подконтрольную территорию новых видов, что важно в отношении карантинных и инвазионных растений. Эти знания лягут в основу разработки программ научной работы в профильных НИИ, направленной на изучение тенденций развития сорной флоры региона и проведения сравнительного анализа сорной флоры разных регионов. Благодаря этой информации можно планировать работу службы защиты растений,

переподготовку кадров, объем производства или закупки средств защиты растений, оптимизацию стратегий и технологий защиты растений.

ГЛАВА 10. МЕТОДОЛОГИЯ ФИТОСАНИТАРНОГО РАЙОНИРОВАНИЯ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ

Разработана методология фитосанитарного районирования комплексов сорных растений, включающая подход к сорным растениям, как объектам фитосанитарного районирования, то есть, как к видам, что позволило использовать в качестве объекта и единицы фитосанитарного районирования сорную флору, которая также есть критерий выделения территорий этого районирования на основе действия природных и антропогенных факторов. Методология включает разработанные методы для сбора информации, ее хранения, накопления и автоматизированной подготовки для анализа, а также метод эколого-географического обоснования формирования региональных комплексов сорных растений. Разработан алгоритм фитосанитарного районирования сорных растений и апробирован на материале агроландшафтов отдельных областей двух удаленных друг от друга регионов. Результатом исследований на основе данной методологии является формирование зон фитосанитарного риска, в которых прогнозируется представленность на определенных типах вторичных местообитаний определенного видового состава сорных растений.

Таким образом, на основе методологии фитосанитарного районирования сорных растений, включающей как традиционные, так и новые подходы к изучению районирования сорных растений, а также предложенную последовательность действий с использованием методов, специально разработанных для процедуры районирования комплексов сорных растений, сформировано знание о пространственной дифференциации сорной флоры двух различных регионов, являющееся основой многолетнего прогноза дальнейшей представленности этой дифференциации в каждом из них. Важнейшей особенностью данной методологии является возможность воспроизведения на ее основе аналогичной программы исследования применительно к любому другому региону с целью конструирования нового объекта познания – сорной флоры этого региона и изучения ее пространственной дифференциации с формированием зоны фитосанитарного риска.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обосновано понятие и дано определение сорных растений, как видов, приуроченных к широкому спектру вторичных местообитаний, и сорной флоры, как территориальной совокупности видов растений вторичных местообитаний, что позволило использовать сорную флору как объект и единицу фитосанитарного районирования комплексов сорных растений в агроландшафтах;

Обоснована применимость сорной флоры в качестве критерия выделения территорий фитосанитарного районирования на основе незаменимости действия природных и антропогенных факторов.

Разработаны «Методические рекомендации по учету засоренности посевов (посадок) сельскохозяйственных культур» и «Методика изучения распространенности видов сорных растений» для проведения полевых исследований на разных типах вторичных местообитаний;

Созданы базы данных:

– «Сорные растения Российской Федерации в научных источниках», включающая информацию о произрастании сорных растений в разных регионах, заимствованную из научных публикаций и гербарных коллекций;

– «Сорные растения: гербарная коллекция ВИЗР», содержащая информацию о более 5000 гербарных листов сорных растений, используемых в процессе идентификации видов;

– «Сорные растения Российской Федерации на разных типах местообитаний», в которой хранится информация о произрастании сорных растений на разных типах вторичных местообитаний;

– «Сорные растения полей Российской Федерации», где собирается информация о произрастании сорных растений на отдельных полях в разных областях.

Создана программа для ЭВМ «Герболог-Инфо», позволяющая формировать выборки из информационных массивов согласно пользовательским запросам.

Подготовлен набор данных по видовому разнообразию и распространению сорных растений в областях Северо-Западного региона, загруженный в международный репозиторий данных о биоразнообразии Global Biodiversity Information Facility (GBIF), являющийся основой для анализа и обобщений информации о распространении видов сорных растений.

Метод эколого-географического анализа и моделирования территорий распространения отдельных видов впервые использован для обоснования формирования видовых комплексов сорных растений в областях и регионах, а также для моделирования территорий, пригодных для произрастания комплексов сорных растений, выявленных на исходных территориях;

Создан алгоритм и осуществлено фитосанитарное районирование сорных растений на территории двух удаленных друг от друга регионов:

– показана эколого-географическая обусловленность формирования видовых комплексов сорных растений на территории Северо-Западного и Центрально-Черноземного регионов и отдельных областей основными природными лимитирующими факторами;

– проведены полевые исследования и выявлен видовой состав сорной флоры агроландшафтов двух регионов и отдельных областей в их составе (макроуровень), агроклиматических районов (мезоуровень) в Ленинградской (СЗР) и Липецкой (ЦЧР) областях, а также сорной флоры отдельного агроландшафта сельскохозяйственного предприятия (микроуровень) в Ленинградской области;

– выявлен видовой состав сорных растений экотопов вторичных местообитаний (рудеральных, сегетальных, под возделыванием культур сплошного сева и пропашных, а также отдельных культур) на трех уровнях фитосанитарного районирования;

– смоделированы территории в пределах РФ, пригодные по гидротермическим показателям для произрастания видов сорных растений, произрастающих в Северо-Западной и Центрально-Черноземном регионах.

Разработан многолетний региональный прогноз, позволяющий предвидеть:

– дальнейшее присутствие видов растений, входящих в современный состав сорных флор агроландшафтов двух регионов, на их территориях в будущем, а также позволяющий прогнозировать в условиях потепления климата дальнейшее продвижение в северном направлении видов, северная граница распространения которых проходит по южным районам этих регионов;

– дальнейшее присутствие выявленных комплексов сорных растений на рудеральных и сегетальных местообитаниях, а также совокупностях местообитаний под возделыванием культур сплошного сева и пропашных, и отдельных культур в масштабах областей и отдельных агроклиматических районов Ленинградской и Липецкой областей;

– дальнейшее присутствие видов сорной флоры отдельного агроландшафта сельскохозяйственного предприятия (в Ленинградской области) на его территории в целом, на сеgetальных и рудеральных местообитаниях, а также совокупностях местообитаний под возделыванием культур сплошного сева и пропашных, и отдельных культур;

Разработана методология фитосанитарного районирования сорных растений, включающая подходы к объекту исследования (обусловившие фундаментальное содержание понятий «сорное растение» и «сорная флора»), методы (способствующие проведению действий по осуществлению районирования), критерий выделения территорий районирования (которым является сорная флора, как совокупность видов специфических территорий), принцип (обуславливающий проведение фитосанитарного районирования только при учете и природных и антропогенных факторов, а также объединение местообитаний в экотопы только по одинаковым природным и антропогенным фоновым характеристикам) и алгоритм фитосанитарного районирования.

Методические подходы, использованные в ходе настоящего исследования и разработанные методы сбора данных и компьютеризации результатов исследований, могут быть использованы при изучении фитосанитарного районирования сорных растений в других регионах

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Рекомендовать учреждениям, подведомственным МСХ:

– использовать разработанную методологию фитосанитарного районирования комплексов сорных растений для выявления их распространения в отдельных регионах (областях) и распространенности их в посевах (посадках) разных типов культур (отдельных культур) и на рудеральных местообитаниях агроэкосистем для разработки детализированного прогноза их дальнейшей распространенности и контроля.

– использовать в процессе мониторинга разработанные методы обследования: «Геоботанический учет засоренности посевов сельскохозяйственных культур», «Технологичные методы учета и мониторинга сорных растений в агроэкосистемах» и «Методика изучения распространенности видов сорных растений».

– использовать для анализа материалов полевых исследований базу данных «Сорные растения во флоре России» с входящими в нее блоками «Сорные растения полей Российской Федерации», «Сорные растения Российской Федерации на разных типах местообитаний», «Сорные растения Российской Федерации в научных источниках».

Рекомендовать филиалам ФГБУ «Россельхозцентр» по Ленинградской и Липецкой областям в ходе проведения мониторинга фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур и разработки прогноза распространенности сорных растений руководствоваться материалами разработанного в данном исследовании многолетнего регионального прогноза для этих областей, включающего перечни видов сорных растений для областей, агроклиматических районов, посевов разных типов культур и отдельных культур.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Представлен список сокращений и словарь терминов, использованных в диссертации. В автореферате приводим список основных терминов.

Аборигенные растения – растения, существование которых на конкретной территории связано с процессами естественного флорогенеза (Основные термины ..., 2018).

Антропогенные (сиантропоные) местообитания – местообитания, возникшие в результате хозяйственной деятельности (Основные термины ..., 2018).

Апофиты – аборигенные виды, полностью или частично переселившиеся на антропогенные местообитания (Основные термины ..., 2018).

Гигрофит – наземное растение, приспособленное к обитанию в условиях избыточной влажности (Реймерс ..., 1991).

Дифференциальные виды – виды, регистрируемые только в одной из сравниваемых флор (Камелин, 2017).

Ксерофит – растение засушливых местообитаний (Реймерс ..., 1991).

Мезофит – растение. Обитающее в более или менее достаточного, но не избыточного увлажнения (Реймерс ..., 1991).

Местонахождение – географический пункт, где найдено или наблюдалось растение (Реймерс ..., 1991).

Местообитание – пространственно ограниченная часть суши, и совокупность абиотических и биотических условий среды, обеспечивающие весь цикл развития особи, популяции или вида в целом (Реймерс ..., 1991).

Парциальная флора – (флора экотопа) совокупность видов растений экотопа (Толмачев, 1974), или полная естественная территориальная совокупность видов растений любого экологически и флористически своеобразного подразделения ландшафта (Юрцев, Камелин, 1991).

Пасквальные (пастбищные) местообитания – местообитания, возникшие в результате содержания и прогона сельскохозяйственных животных (Основные термины ..., 2018).

Рудеральные местообитания – местообитания, возникшие в результате строительной, промышленной, транспортной и бытовой деятельности (Основные термины ..., 2018).

Сегетальные местообитания – местообитания, возникшие в результате возделывания сельскохозяйственных культур (Основные термины ..., 2018).

Селитебные местообитания – местообитания в местах сосредоточения жилых домов, общественной (общественно-деловой) застройки, рекреационных зон, а также отдельных частей инженерной и транспортной инфраструктур, занимающие большую часть территории города (Основные термины ..., 2018).

Синантропные растения – чужеродные и (или) аборигенные растения, произрастающие в антропогенных или полустественных местообитаниях (Основные термины ..., 2018).

Экологический элемент флоры – частичная территориальная совокупность видов флоры, выделяемая по приуроченности к определенному типу местообитаний (Камелин, 2017).

Экотоп – место обитания сообщества (Реймерс ..., 1991).

ПРИЛОЖЕНИЯ

В приложениях представлены показатели факторов тепла и влаги, лимитирующих распространение видов сорных растений, а также русские и латинские названия видов сорных растений, приведенных в диссертации.

СПИСОК ОСНОВНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в журналах, входящих в перечень международных реферативных баз данных и список ВАК РФ

1. Лулева, Н.Н. Видовой состав сорных растений в посевах моркови на территории Ленинградской области / Н.Н. Лулева, А.Ю. Доронина, Ю.В. Ерошина // Вестник защиты растений. – 2004. – № 2. – С. 57–61.

2. Оценка засоренности посевов сельскохозяйственных культур в Новгородской области / Н.Н. Лулева, Т.Д. Соколова, И.Н. Надточий, Г.Ф. Навицкене // Вестник защиты растений. – 2007. – № 3. – С. 34–45.

3. Лунева, Н.Н. Ареал и зона вредоносности секироплодника пестрого *Securigera varia* (L.) Lassen (Fabaceae (Leguminosae)) / Н.Н. Лунева, И.А. Будревская // Вестник защиты растений. – 2007. – № 3. – С. 62–63.
4. Лунева, Н.Н. Ареал и зона вредоносности якорцев наземных *Tribulus terrestris* L. (Zygophyllaceae, Tribulus l.) / Н.Н. Лунева, И.А. Будревская // Вестник защиты растений. – 2007. – № 4. – С. 59–60.
5. Лунева, Н.Н. Ареал и зона вредоносности пижмы обыкновенной *Tanacetum vulgare* L. (Asteraceae Dumort. (Compositae), Tanacetum L.) / Н.Н. Лунева, И.А. Будревская // Вестник защиты растений. – 2008. – № 1. – С. 53–55.
6. Лунева, Н.Н. Ареал и зона вредоносности чихотника обыкновенного *Ptarmica vulgaris* Blakw. ex DC. (Asteraceae Dumort. (Compositae), Ptarmica L.) / Н.Н. Лунева, И.А. Будревская // Вестник защиты растений. – 2008. – № 2. – С. 62–64.
7. Доронина, А.Ю. *Amaranthus retroflexus* L. (Amaranthaceae) и *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv. (Poaceae) в Ленинградской области / А.Ю. Доронина, Н.Н. Лунева, И.Н. Надточий // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. – 2009. – Т. 114, № 6. – С. 52–56.
8. Засоренность посевов в Псковской области / Н.Н. Лунева, Т.Д. Соколова, И.Н. Надточий, Г.Г. Степанов // Вестник защиты растений. – 2009. – № 1. – С. 16–25.
9. Лунева, Н.Н. Сорный компонент агрофитоценоза филиала "Тосненская опытная станция ВИЗР" как фон экспериментальных исследований / Н.Н. Лунева, Т.Д. Соколова, И.Н. Надточий // Вестник защиты растений. – 2014. – № 4. – С. 56–59.
10. Мысник, Е.Н. Видовое разнообразие сорных растений местообитаний разного типа на территории Ленинградской области / Е.Н. Мысник, Н.Н. Лунева, Т.Д. Соколова // Вестник защиты растений. – 2015. – № 1. – С. 54–57.
11. Лунева, Н.Н. Особенности распространенности сорных растений в агроценозах агроклиматических районов Ленинградской области / Н.Н. Лунева // Вестник защиты растений. – 2016. – № 4 (90). – С. 76–81.
12. Лунева, Н.Н. Модель видового состава сорняков Северо-Запада РФ / Н.Н. Лунева, Е.Н. Мысник // Картофель и овощи. – 2016. – № 9. – С. 32–35.
13. Лунева, Н.Н. Распространение сорных растений в регионах (на примере Республики Мордовия и Ленинградской области) / Н.Н. Лунева, Д.В. Бочкарев, А.Н. Никольский // Вестник защиты растений. – 2017. – № 1. – С. 33–38.
14. Лунева, Н.Н. Формирование видового состава сорных растений на примере посевов моркови в Ленинградской области / Н.Н. Лунева // Вестник защиты растений. – 2017. – № 2. – С. 36–40.
15. Лунева, Н.Н. Распространение лапчатки гусиной *Potentilla anserina* L. (Rosaceae Juss.) на территории России / Н.Н. Лунева, Ю.А. Федорова // Вестник защиты растений. – 2017. – № 4 (94). – С. 68–70.
16. Эколого-географический анализ распространения и встречаемости борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden) в связи со степенью аридности территорий и его картирование для европейской территории России / А.Н. Афонин, Н.Н. Лунева, Ю.С. Ли, Н.В. Коцарева // Экология. – 2017. – № 1. – С. 66–69.
17. History of introduction and distribution of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) in the European part of the Russian Federation and in Ukraine / A.N. Afonin, N.N. Luneva, Y.A. Fedorova [et al.] // Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. – 2018. – N 48 (2). – P. 266–273.
18. Лунева, Н.Н. Фитосанитарное районирование сорных растений на макроуровне на примере Северо-Западного региона России / Н.Н. Лунева, Ю.А. Федорова // Вестник защиты растений. – 2019. – № 2 (100). – С. 15–23.

19. Пространственная динамика видового состава сорных растений в агрофитоценозах агроклиматических районов на территории Липецкой области / **Н.Н. Лунева**, В.А. Кравченко, В.Л. Захаров [и др.] // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2019. – № 1. – С. 19–23.
20. Weed flora in the agro-ecosystems of Eastern Europe: a case study of the Lipetsk region, Russian Federation / **N. Luneva**, E. Mysnik, R. Shchuchka [et al.] // Bulgarian journal of agricultural science. – 2019. – N 25, suppl. 2. – P. 178–186.
21. **Лунева, Н.Н.** Выделение уровней фитосанитарного районирования территории в отношении сорных растений на примере Ленинградской области / Н.Н. Лунева // Вестник защиты растений. – 2020. – № 2 (103). – С. 119–133. DOI: 10.31993/2308-6459-2020-103-2-13406
22. **Лунева, Н.Н.** Фитосанитарное районирование территории в отношении сорных растений на макро-уровне (на примере Воронежской области) / Н.Н. Лунева, Ю.А. Федорова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2020. – № 2 (65). – С. 85–95. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2020.2.85
23. **Лунева, Н.Н.** Распространение крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.) и к жгучей (*U. urens* L.) на территории Российской Федерации / Н.Н. Лунева, Т.Ю. Закота, Ю.А. Федорова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2020. – Т. 181, № 4. – С. 144–155.
24. Динамика видового состава сорных растений в агрофитоценозах разных типов полевых культур на территории Липецкой области / **Н.Н. Лунева**, В.Л. Захаров, Р.В. Щучка [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 82. – С. 97–103. DOI: 10.21515/1999-1703-82-97-103
25. Сегетальная флора некоторых регионов России: характеристика таксономической структуры / А.С. Третьякова, О.Г. Баранова, **Н.Н. Лунева** [и др.] // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2020. – Т. 181, № 2. – С. 123–133. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-2-123-133
26. A database of weed plants in the European part of Russia / A. Tretyakova, N. Grudanov, P. Kondratkov, O. Baranova, **N. Luneva** [et al.] // Biodiversity data journal. – 2020. – Vol. 8. DOI: 10.3897/BDJ.8.e59176
27. **Лунева, Н.Н.** Сорные растения и сорная флора как основа фитосанитарного районирования (обзор) / Н.Н. Лунева // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2021. – Т. 182, № 2. – С. 139–150.
- Статьи в других периодических изданиях и сборниках**
28. **Лунева, Н.Н.** Эколого-географический подход в прогнозировании видового состава сорных растений / Н.Н. Лунева, Е.Н. Мыслик // Защита и карантин растений. – 2014. – № 8. – С. 20–23.
29. Веб-ГИС для решения задач эколого-географического анализа и моделирования: новые возможности / А.Н. Афонин, С.Ю. Севрюков, П.А. Соловьев, **Н.Н. Лунева** // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7. Геология. География. – 2016. – № 4. – С. 97–111.
30. Флористический анализ сегетального элемента флоры юго-западной части Липецкой области / **Н.Н. Лунева**, В.А. Кравченко, Б.А. Сотников [и др.] // Агропромышленные технологии Центральной России. – 2016. – № 2 (2). – С. 55–65.
31. Эколого-географическое обоснование формирования видового состава сорных растений на территории Липецкой области / **Н.Н. Лунева**, Е.Н. Мыслик, Т.Д. Соколова [и др.] // Агропромышленные технологии Центральной России. – 2017. – № 2 (4). – С. 60–71.

- 32. Лунева, Н.Н.** Распространение щавелей длиннолистного *Rumex longifolius* и лугового *R. acetosa* (Polygonaceae) на территории России / Н.Н. Лунева, Ю.А. Федорова // Вестник защиты растений. – 2018. – № 2 (96). – С. 57–61.
- 33. Лунева, Н.Н.** Сорные растения: происхождение и состав / Н.Н. Лунева // Вестник защиты растений. – 2018. – № 1 (95). – С. 26–32.
- 34. Лунева, Н.Н.** Современная ботаническая номенклатура видов сорных растений Российской Федерации / Н.Н. Лунева, Е.Н. Мысник; под ред. И.Я. Гричанова. – Санкт-Петербург: Всерос. НИИ защиты растений, 2018. – 80 с. (Приложения к журналу «Вестник защиты растений», № 26). DOI: 10.5281/zenodo.1241599 (дата обращения 10.01.2022)
- 35. Лунева, Н.Н.** Распространенность видов сорных растений в ЦЧР (на примере Липецкой области) / Н.Н. Лунева, Е.Н. Мысник / под ред. И.Я. Гричанова. – Санкт-Петербург: Всерос. НИИ защиты растений, 2019. – 49 с. (Приложения к журналу «Вестник защиты растений», № 29). DOI: 10.5281/zenodo.3461623 (дата обращения 10.01.2022).
- 36. Лунева, Н.Н.** Опыт фитосанитарного районирования территории европейской части РФ в отношении сорных растений на макро-уровне (на примере Курской области) / Н.Н. Лунева, Ю.А. Федорова // Аграрная наука. Специальный выпуск к Междунар. научно-практ. конф. «Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям», посвящ. 100-летию монографии Н.И. Вавилова. – 2019. – Т. 3. – С. 5–9. DOI: 10.32634/0869-8155-2019-326-3-5-9
- 37. Лунева, Н.Н.** Прогноз распространения доминирующих видов сорных растений на сеgetальных и рудеральных местообитаниях в агроклиматических районах Липецкой области / Н. Н. Лунева // Агропромышленные технологии Центральной России. – 2020. – № 2 (16). – С. 84–97. DOI: 10.24888/2541-7835-2020-16-84-97
- 38. Лунева, Н.Н.** Прогноз распространения видов сорных растений в агрофитоценозах полевых культур сплошного сева и пропашных на территории Ленинградской области / Н.Н. Лунева // Защита и карантин растений. – 2020. – № 10. – С. 26–29.
- 39. Лунева, Н.Н.** Видовой состав сорных растений в агрофитоценозах зерновых культур в географически удаленных областях: Ленинградской (Северо-Западный регион) и Липецкой (Центрально-Черноземный регион) / Н.Н. Лунева // Научные труды по агрономии. – 2020. – № 2 (4). – С. 9–16.
- 40. Лунева, Н.Н.** Еще раз о сорных растениях / Н.Н. Лунева // Защита и карантин растений. – 2021. – № 8. – С. 12–14.
- Публикации в материалах научных конференций, съездов**
- 41. Лунева, Н.Н.** К вопросу о многолетнем прогнозе распространения видов сорных растений в регионах / Н.Н. Лунева // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: материалы науч. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (Санкт-Петербург, 26–28 янв. 2012 г.). – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский гос. агр. ун-т, 2012. – С. 76–78.
- 42. Лунева, Н.Н.** Эколого-географическое обоснование видового состава сорных растений Ленинградской области / Н.Н. Лунева, Е.Н. Мысник // Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем: материалы Третьего Всерос. съезда по защите растений в трех томах (Санкт-Петербург, 16–20 дек. 2013 г.). Т. 2. – Санкт-Петербург: Всерос. НИИ защиты растений, 2013. – С. 295–298.
- 43. Лунева, Н.Н.** Эколого-географический анализ и моделирование для прогнозирования распространения видов сорных растений / Н.Н. Лунева // Изучение адвентивной и синантропной флор России и стран ближнего зарубежья: итоги, проблемы, перспективы:

материалы V Междунар. науч. конф. (Ижевск, 6–8 сент. 2017 г.). – Ижевск: Удмурт. гос. ун-т, 2017. – С. 76–80.

44. Лунева, Н.Н. Сорные растения на сегетальных и рудеральных местообитаниях на территории Ленинградской области / Н.Н. Лунева, Е.Н. Мыслик // Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции: тез. докл. Всерос. науч. конф. с междунар. участием (Санкт-Петербург, 27–28 нояб. 2017 г.). – Санкт-Петербург: Всерос. НИИ генетических растительных ресурсов, 2017. – С. 83–84.

45. Лунева, Н.Н. Распределение сорных растений в агрофитоценозах разных типов культур на территории Ленинградской области / Н.Н. Лунева // Научное обеспечение развития сельского хозяйства и снижение технологических рисков в продовольственной сфере: сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. профессорско-преподавательского состава (Санкт-Петербург, 26–28 янв. 2017 г.). Ч. 1. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский гос. агр. ун-т, 2017. – С. 72–74.

46. Лунева, Н.Н. Эколого-географическое обоснование формирования видового комплекса сорных растений на территории Белгородской области / Н.Н. Лунева, Ю.А. Федорова // Биологический вид в структурно-функциональной иерархии Биосферы: материалы XV Междунар. науч.-практ. эколог. конф. (Белгород, 8–12 окт. 2018 г.). – Белгород: Белгород. НИУ «БелГУ», 2018. – С. 104–108.

47. Лунева, Н.Н. Виды сорных растений в региональных сегетальных флорах на примере Ленинградской и Липецкой областей / Н.Н. Лунева // Биологический вид в структурно-функциональной иерархии Биосферы: материалы XV Междунар. науч.-практ. экологической конф. (Белгород, 8–12 окт. 2018 г.). – Белгород: Издательский дом Белгород, 2018. – С. 100–104.

48. Лунева, Н.Н. Характеристика засоренности посадок картофеля в агроклиматических районах Ленинградской области / Н.Н. Лунева // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы XIV Междунар. науч.-практ. конф., Сер. "Лапшинские чтения" (Саранск, 18–19 апр. 2018 г.). – Саранск: Нац. исслед. гос. ун-т, 2018. – С. 293–297.

49. Лунева, Н.Н. К вопросу о фитосанитарном районировании в отношении сорных растений на мезо-уровне на примере Ленинградской области / Н.Н. Лунева // Экологический подход к решению проблем интегрированной защиты растений: материалы Междунар. конф. Сибирской науч. школы по защите растений, посвящ. 85-летию со дня рождения В.А. Чулкиной (Новосибирск, 19 апр. 2019 г.). – Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т, 2019. – С. 46–51.

50. Лунева, Н.Н. Динамика видового состава сорных растений на территории Ленинградской области на макро-, мезо- и микроуровнях / Н. Н. Лунева // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Санкт-Петербург, 24–26 янв. 2019 г.). – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский гос. аграр. ун-т, 2019. – С. 39–45.

51. Лунева, Н.Н. Эколого-географическое обоснование формирования видового состава сорных растений на Северо-Западе РФ (на примере территории Псковской области) / Н. Н. Лунева, Е. Н. Мыслик, Ю. А. Федорова // Актуальные проблемы биоразнообразия и природопользования: материалы Второй Всерос. науч.-практ. конф. (Керчь, 15–17 мая 2019 г.). – Симферополь: АРИАЛ, 2019. – С. 588–594.

52. Лунева, Н.Н., Эколого-географическое обоснование формирования видового состава сорных растений на Северо-Западе РФ (на примере территории Новгородской области) /

- Н.Н. Лунева, Е.Н. Мысник, Ю.А. Федорова // Биоразнообразие и антропогенная трансформация природных экосистем: материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Балашов, 6–7 июня 2019 г.). – Саратов: Саратовский нац. исслед. гос. ун-т имени Н.Г. Чернышевского, 2019. – С. 153–158.
- 53. Лунева, Н.Н.** Применение ГИС-технологий для фитосанитарного районирования территории в отношении сорных растений / Н.Н. Лунева, Ю.А. Федорова // Информационные технологии в исследовании биоразнообразия: материалы III Национальной науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 100-летию со дня рождения академика РАН П.Л. Горчаковского (Екатеринбург, 5–10 окт. 2010 г.). – Екатеринбург: Гуманитарный ун-т, 2020. – С. 353–357.
- 54. Лунева, Н.Н.** Прогноз распространения видов сорных растений в агрофитоценозах разных агроклиматических районов Ленинградской области / Н.Н. Лунева // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы XVI Междунар. науч.-практ. конф. Сер. "Лапшинские чтения" (Саранск, 18–19 окт. 2020 г.). – Саранск: Мордов. гос. ун-т им. Н.П. Огарева, 2020. – С. 265–273.
- 55. Лунева, Н.Н.** Пространственная динамика видов сорных растений на территории отдельной агроэкосистемы / Н.Н. Лунева // Пространственно-временные аспекты функционирования биосистем: материалы XVI Междунар. науч. экологической конф. (Белгород, 24–26 нояб. 2020 г.). – Белгород: БелГУ НИУ; БелГУ, 2020. – С. 217–221.
- 56. Лунева, Н.Н.** Доминирующие виды сорных растений в Северо-Западном и Центрально-Черноземном регионах / Н.Н. Лунева, Е.Н. Мысник // Развитие агропромышленного комплекса на основе современных научных достижений и цифровых технологий: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (23–25 янв. 2020 г.). Ч. 1. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский гос. аграр. ун-т, 2020. – С. 31–34.
- 57. Лунева, Н.Н.** Методологические подходы к фитосанитарному районированию в отношении сорных растений / Н.Н. Лунева // Защита растений в условиях перехода к точному земледелию: материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 50-летию со дня основания РУП «Институт защиты растений» (аг. Прилуки, 27–29 июля 2021 г.). – Минск: Колорград, 2021. – С. 37–40.
- 58. Лунева, Н.Н.** Эколого-географическая обусловленность формирования видовых комплексов сорных растений на трех уровнях фитосанитарного районирования / Н.Н. Лунева // Защита растений в условиях перехода к точному земледелию: материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 50-летию со дня основания РУП «Институт защиты растений» (аг. Прилуки, 27–29 июля 2021 г.). – Минск: Колорград, 2021. – С. 40–43.
- 59. Лунева, Н.Н.** К вопросу о структуре агроэкосистемы / Н.Н. Лунева // Изучение водных и наземных экосистем: история и современность: материалы Междунар. науч. конф. (Севастополь, 13–18 сент. 2021 г.). – Севастополь, 2021. – С. 286–288.
- 60. Лунева, Н.Н.** Обусловленность формирования территориальных видовых комплексов сорных растений природными и антропогенными факторами / Н.Н. Лунева // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: материалы XX Междунар. науч.-практ. конф. (Барнаул, 30 сент. – 2 окт.). – Барнаул: АлтГУ, 2021. – С. 279–284.
- 61. Лунева, Н.Н.** Распределение видов сорных растений в агрофитоценозах посевов ячменя ярового в зависимости от показателей их численности / Н.Н. Лунева // Влияние изменения климата на биологическое разнообразие и распространение вирусных инфекций в Евразии: материалы XXIII Междунар. науч. конф. (Махачкала, 15–16 окт. 2021 г.). – Махачкала: Алеф, 2021. – С. 187–189.

62. Лунева, Н.Н. Фитосанитарное районирование в отношении сорных растений: подход, критерий, принцип / Н.Н. Лунева // Тенденции развития агрофизики: от актуальных проблем земледелия и растениеводства к технологиям будущего: материалы III Междунар. науч. конф. (Санкт-Петербург, 14–15 сент.). – Санкт-Петербург: АФИ, 2021. – С. 370–374.

63. Luneva, N.N. Micro-level of phytosanitary zoning of the territory in relation to weed plants: criterion and principle of allocation / N.N. Luneva // Process Management and Scientific Developments: Proceedings of the International Conference (Birmingham, United Kingdom, Sept. 1, 2021). – Birmingham: Scientific publishing house Infinity, 2021. – P. 259–266. DOI: 10.34660/INF.2021.24.39.034

64. Luneva N.N. Regional features of the weed flora of geographically remote territories. Science and innovations 2021: development directions and priorities: Proceedings of the International Conference (Melburn, Australia, Sept. 29, 2021). – Melburn, 2021. – P. 124–131.

Методы, методики и методические рекомендации

65. Афонин, А.Н. Эколого-географический анализ распространения видов сорных растений в целях комплексного фитосанитарного районирования / А.Н. Афонин, **Н.Н. Лунева** // Базы данных и информационные технологии в диагностике, мониторинге и прогнозе важнейших сорных растений, вредителей и болезней растений: тез. докл. Междунар. конф. (Санкт-Петербург, 14–17 июня 2010 г.). – Санкт-Петербург: Инновационный центр защиты растений, 2010. – С. 11–13.

66. Геоботанический учет засоренности посевов сельскохозяйственных культур / Н.Н. Лунева // Методы мониторинга и прогноза развития вредных организмов. – Москва; Санкт-Петербург: Всерос. НИИ защиты растений, 2002. – С. 82–87.

67. Технологические методы учета и мониторинга сорных растений в агроэкосистемах / Н.Н. Лунева // Высокопроизводительные и высокоточные технологии и методы фитосанитарного мониторинга; под ред. И.Я. Гричанова. – Санкт-Петербург: Всерос. НИИ защиты растений, 2009. – С. 39–56.

68. Методика изучения распространенности видов сорных растений / Н.Н. Лунева, Е.Н. Мысник // Методы фитосанитарного мониторинга и прогноза; под ред. И.Я. Гричанова. – Санкт-Петербург: Всерос. НИИ защиты растений, 2012. – С. 85–92.

69. Методическое пособие по работе с базой данных "Сорные растения во флоре России" / Н.Н. Лунева, Е.Г. Лебедева // Методы фитосанитарного мониторинга и прогноза; под ред. И.Я. Гричанова. – Санкт-Петербург: Всерос. НИИ защиты растений, 2012. – С. 98–116.

70. Методические рекомендации по работе с программой "Герболог-Инфо" / Н.Н. Лунева, Е.Н. Мысник, Е.Г. Лебедева // Современные методики гербологических исследований. – Санкт-Петербург: Всерос. НИИ защиты растений. – 2015. – С. 4–46.

Интеллектуальная собственность, имеющая государственную регистрацию

71. Лунева, Н.Н. Герболог-инфо / **Н.Н. Лунева, Е.Г. Лебедева, Е.Н. Мысник** // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № RU2016610137 от 11.01.2016.

72. Сорные растения Российской Федерации в научных источниках / Н.Н. Лунева, Е.Н. Мысник, Т.Д. Соколова, И.Н. Надточий // Свидетельство о регистрации базы данных № 2018621407 от 03.08.2018.

73. Сорные растения: гербарная коллекция ВИЗР / Н.Н. Лунева, Е.Н. Мысник, Т.Д. Соколова, И.Н. Надточий // Свидетельство о регистрации базы данных № 2019622042 от 12.11.2019.

74. Мысник, Е.Н. Сорные растения Российской Федерации на разных типах местообитаний / Е.Н. Мысник, **Н.Н. Лулева** // Свидетельство о регистрации базы данных № 2020622271 от 13.11.2020.

75. Сорные растения полей Российской Федерации / Е.Н. Мысник, **Н.Н. Лулева**, Т.Д. Соколова, И.Н. Надточий // Свидетельство о регистрации базы данных № 2021522847 от 09.12. 2021.