

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию на соискание ученой степени кандидата географических наук **Анпиловой Дарьи Дмитриевны** на тему: «Экосистемная функция опыления в агроландшафтах Тульской области»
по специальности 1.6.21. Геоэкология

Работа посвящена актуальной и научно значимой проблеме современной геоэкологии – исследованию экосистемной функции опыления в агроландшафтах и оценке ее зависимости от структуры использования земель. В настоящее время вопросы поддержания устойчивости аграрного производства все в большей степени рассматриваются не только в рамках традиционного сельскохозяйственного анализа, но и через призму экосистемных функций и услуг, обеспечиваемых природными и полуприродными компонентами ландшафта. В этом отношении выбранная автором тема представляется своевременной, поскольку она находится на пересечении геоэкологии, ландшафтного анализа, биогеографии, прикладной экологии и практики территориального планирования.

Актуальность работы определяется сразу несколькими обстоятельствами. Во-первых, опыление энтомофильных культур является одним из базовых процессов, от которых зависит стабильность урожая и, следовательно, продовольственная безопасность. Во-вторых, в мировой и отечественной научной литературе все чаще обсуждается кризис опылителей, связанный с сокращением численности и разнообразия диких насекомых вследствие фрагментации местообитаний, упрощения структуры агроландшафтов, химизации сельского хозяйства и иных форм антропогенного воздействия. В-третьих, несмотря на большое число работ, посвященных экологии отдельных групп опылителей, прикладные исследования, в которых пространственная организация территории и структура землепользования анализируются как факторы формирования экосистемной функции опыления в условиях конкретного муниципального района средней полосы России, пока немногочисленны. Поэтому

диссертация Анпиловой Д.Д. восполняет заметный пробел между теоретическими представлениями об экосистемных услугах и их практическим использованием в управлении сельскохозяйственными территориями.

Следует отметить и удачный выбор модельной территории. Венёвский район Тульской области характеризуется выраженной аграрной специализацией, наличием энтомофильных культур в структуре посевов и одновременно достаточно сложной мозаикой земельного покрова, включающей пашню, залежи, луговые и лесные участки, что делает данную территорию показательной для решения поставленных в диссертации задач.

Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы и трех приложений. Общий объем работы составляет 200 страниц. В тексте приведены 27 таблиц и 62 рисунка, библиографический список включает в себя 308 источников, в том числе 148 на иностранных языках.

Во введении обоснованы актуальность темы, сформулированы цель и задачи, определены объект и предмет исследования, раскрыты научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, представлены положения, выносимые на защиту, а также сведения об апробации результатов и публикациях автора. Следует положительно оценить четкость формулировок и внутреннюю согласованность введения: заявленные задачи находят отражение в содержании последующих глав, а положения, выносимые на защиту, логически вытекают из выполненного исследования.

Глава 1 «Экосистемная функция опыления и ее значение в агроландшафтах» посвящена анализу теоретических основ работы. В ней рассматриваются понятия экосистемных функций и экосистемных услуг, обсуждаются существующие подходы к их разграничению и классификации, а также место опыления в системе регулирующих функций и услуг. Автор показывает хорошее владение отечественной и зарубежной литературой по проблематике экосистемных услуг, не ограничиваясь узко биологической трактовкой опыления, а рассматривая его в широком геоэкологическом

контексте. Важным достоинством главы является то, что опыление анализируется не как изолированный природный процесс, а как результат взаимодействия биоты, структуры земельного покрова и хозяйственного использования территории.

В этой же главе последовательно раскрывается значение опыления для сельского хозяйства, рассматривается глобальный кризис опыления и анализируется роль диких пчёл как эффективных агентов переноса пыльцы. Автор приводит достаточно развернутый обзор факторов, приводящих к снижению численности опылителей, включая утрату местообитаний, применение пестицидов, интенсификацию земледелия и общую трансформацию агроландшафтов. Глава производит хорошее впечатление как добротный аналитический обзор, создающий надежную основу для собственного исследования.

Глава 2 «Управление экосистемной услугой опыления: концептуальные и методические подходы» носит важный переходный характер между обзором литературы и практической частью работы. В ней рассматриваются существующие способы оценки состояния экосистемной функции опыления, а также возможности управления этой функцией на уровне отдельных хозяйств и на муниципальном уровне. Существенным достоинством главы является то, что автор не ограничивается констатацией важности опыления, а сразу выводит обсуждение в прикладную плоскость – как результаты оценки могут использоваться при принятии решений о размещении угодий, сохранении природных участков и вовлечении в оборот заброшенных сельхозземель.

Отдельного упоминания заслуживает рассмотрение проблемы забрасывания сельхозугодий. Обычно такие территории оцениваются преимущественно с точки зрения резерва для последующего хозяйственного освоения, однако автор показывает, что залежи на определенных стадиях постагрогенной сукцессии могут выполнять важную функцию источников опылителей. Тем самым в диссертации демонстрируется, что эколого-географическая оценка земель не должна сводиться только к прямой

хозяйственной отдаче, а обязана учитывать их вклад в поддержание регулирующих функций агроландшафта.

Глава 3 «Венёвский район Тульской области: характеристика» содержит описание природных и социально-экономических условий территории исследования. В ней приводятся сведения о физико-географических особенностях района, структуре сельскохозяйственного использования земель и состоянии пчеловодства. Эта глава важна тем, что задает территориальный контекст работы и показывает, почему именно данный район выбран как модельный. Автор убедительно демонстрирует, что структура землепользования здесь позволяет изучать как локальные, так и более крупномасштабные закономерности формирования экосистемной функции опыления.

Глава 4 «Методические аспекты исследования» представляется одной из ключевых в диссертации. Именно здесь подробно раскрываются методологическая основа исследования, принципы выделения классов земельного покрова, формирования таблицы гильдий и параметризации модели. Автор использует модуль InVEST Crop Pollination, основанный на подходе Lonsdorf et al. (2009), и адаптирует его к условиям исследуемой территории. Следует подчеркнуть, что речь идет не о механическом применении готовой модели, а о ее содержательном наполнении на основе собственных полевых наблюдений, геоботанических описаний, энтомологических данных и анализа литературных источников. Это существенно повышает научную ценность работы.

Большим достоинством главы является и стремление автора формализовать процедуру перехода от полевых и литературных данных к параметрам модели. В исследованиях такого рода именно этап параметризации зачастую оказывается наиболее уязвимым, поскольку многие оценки носят экспертный характер. В рассматриваемой диссертации сделана попытка сделать эту процедуру более прозрачной и воспроизводимой. Использование ГИС-технологий, классификации космических снимков, ландшафтных метрик и кластерного анализа также свидетельствует о высоком методическом уровне исследования.

Глава 5 «Оценка экосистемной услуги опыления на крупномасштабном уровне» посвящена анализу распределения потенциала опыления в пределах модельной территории. В этой части работы представлены входные данные, результаты моделирования и обсуждаются возможности применения полученных карт и индексов для управления землепользованием на внутривладельческом уровне. Автор показывает, что обеспеченность конкретных полей опылением зависит не только от наличия самой энтомофильной культуры, но и от пространственного окружения, доли природных или полуприродных участков, а также конфигурации сельскохозяйственных массивов.

Особенно важным представляется вывод о том, что сельскохозяйственные угодья во многих случаях выступают не источниками, а реципиентами экосистемной функции опыления, которая обеспечивается за счет сопредельных природных территорий. Практический смысл этого вывода очевиден: устойчивость аграрного производства оказывается связанной не только с агротехникой в узком смысле, но и с сохранением мозаичности ландшафта, залежей, луговых и иных участков, являющихся местами обитания опылителей. В этом отношении результаты главы выходят за рамки частной модельной территории и имеют более широкое прикладное значение.

Глава 6 «Оценка экосистемной услуги опыления на муниципальном уровне» логично развивает результаты предыдущего раздела. Если в пятой главе акцент сделан на крупномасштабном, локальном анализе, то здесь автор показывает, что пространственная организация земельного покрова на более высоком уровне также связана с потенциалом опыления. С помощью кластерного анализа выделяются территории, различающиеся по обеспеченности полей опылителями, и обсуждаются морфометрические и структурные параметры, которыми объясняются выявленные различия. Такой переход от локального к муниципальному уровню позволяет связать экосистемную функцию, формирующуюся локально, с латеральной организацией территории более высокого ранга.

Заключение содержит основные выводы, вытекающие из проведенного исследования. Они сформулированы достаточно четко и в целом соответствуют материалу диссертации. Важным результатом является обоснование роли травянистых экосистем, прежде всего залежей на луговой стадии постагрогенной сукцессии, как ключевых источников опыления для сельскохозяйственных угодий. Не менее значим вывод о том, что вовлечение необрабатываемых земель в оборот без учета их экосистемной роли может приводить к снижению потенциала опыления. Практически значим и тезис о целесообразности создания энтомологических микрозаказников и иных элементов экологического каркаса в пределах агроландшафтов.

Теоретическая значимость исследования заключается в развитии представлений о закономерностях формирования экосистемной функции опыления в агроландшафтах умеренной зоны. Работа демонстрирует возможность интеграции подходов геоэкологии, ландшафтной экологии и экосистемных услуг для анализа пространственной дифференциации биотических процессов. Обоснована применимость процессно-ориентированных моделей к оценке регулирующих функций экосистем в условиях трансформированных ландшафтов. Предложенный подход к выделению гильдий опылителей и параметризации классов земельного покрова расширяет методическую базу исследований экосистемных функций.

Практическая значимость работы связана с возможностью применения полученных результатов при планировании сельскохозяйственного землепользования и разработке мер по сохранению биоразнообразия. Предложенные методические подходы позволяют оценивать потенциал опыления сельскохозяйственных угодий, выявлять территории с дефицитом экосистемных услуг и обосновывать создание элементов экологического каркаса, включая залежи и микрозаказники. Результаты исследования могут быть использованы при оптимизации размещения энтомофильных культур, разработке программ устойчивого сельского хозяйства и оценке экологических последствий трансформации земель.

В региональном аспекте работа имеет важное значение для оценки устойчивости агроландшафтов Центральной России, характеризующихся высокой степенью освоенности территории и существенной долей сельскохозяйственных угодий. На примере Венёвского района Тульской области показана роль пространственной структуры земельного покрова в формировании потенциала опыления и поддержании продуктивности агроэкосистем. Полученные результаты могут быть использованы при разработке региональных стратегий землепользования, направленных на сохранение природных элементов ландшафта и обеспечение устойчивости сельскохозяйственного производства.

Диссертация основана на значительном объеме фактического материала. Автором выполнены маршрутные обследования территории, геоботанические описания, энтомологические наблюдения, проведена обработка пространственных данных и их интерпретация с применением современных программных средств. Использование большого массива полевой информации выгодно отличает данную работу от исследований, основанных исключительно на кабинетном моделировании. Это позволяет говорить о хорошей обоснованности исходных данных и о достоверности полученных результатов.

Вместе с тем по диссертации можно высказать ряд замечаний и вопросов.

1) Работа с довольно широким названием, но для достижения цели используются многочисленные допущения и генерализация частных примеров. В названии фигурирует Тульская область, в методах оказывается, что из нее взят только Венёвский район, а некоторые параметры (например, численность опылителей) посчитана только на примере ООПТ «Урочище Излучина». То же самое касается опыления: автор говорит, что основную долю опыления проводят дикие пчелы, и работает только с этими данными. В итоге, фактически модель верифицирована для диких пчел одного урочища.

2) Хотелось бы видеть обсуждение чувствительности модели к выбору параметров и упомянутым допущениям. Поскольку значительная часть результатов зависит от корректности параметризации гильдий и классов земельного покрова, полезным было бы более подробно показать, насколько устойчивы итоговые оценки при изменении отдельных исходных коэффициентов в пределах допустимых значений, и какую долю дисперсии описывает модель.

3) Интерпретация результатов на муниципальном уровне. Автор убедительно показывает наличие связи между потенциалом опыления и характеристиками пространственной структуры землепользования, однако местами остается открытым вопрос о вкладе сопутствующих факторов, например, различий в интенсивности агротехнической нагрузки, уровне применения пестицидов.

4) Как энтомолог, не могу не отметить, что видовые названия должны включать в себя автора и год описания, а также задать вопрос, как диссертант разделяла трофические гильдии у пчел из одного рода (например, *Megachile*), если определения до вида не проводилось?

Отмеченные замечания не затрагивают принципиальных положений диссертации и не снижают ее общего высокого уровня. Работа выполнена самостоятельно, на современном методическом уровне, отличается логичностью построения, хорошей аргументацией и убедительностью выводов. Автореферат соответствует содержанию диссертации, а основные результаты работы прошли апробацию на конференциях и отражены в публикациях автора.

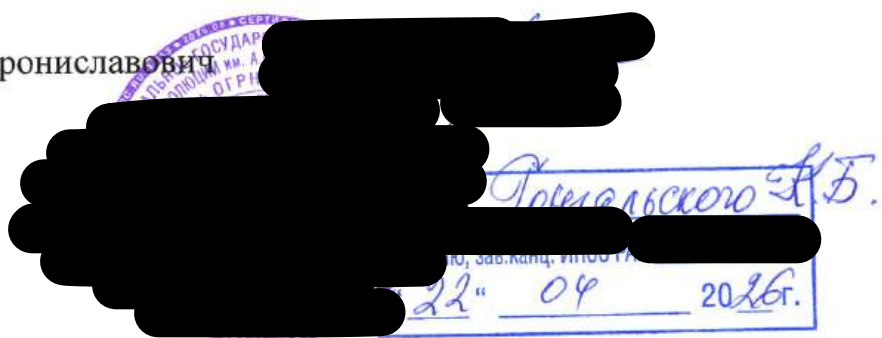
Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.6.21. Геоэкология (по географическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова. Диссертационное исследование оформлено согласно требованиям

Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова. Таким образом, соискатель Анпилогова Дарья Дмитриевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология.

Официальный оппонент:

доктор биологических наук,
заместитель директора, главный научный сотрудник
лаборатории изучения экологических функций почв
ФГБУН «Институт проблем экологии и эволюции
им. А.Н.Северцова РАН», профессор РАН

ГОНГАЛЬСКИЙ Константин Брониславович

A large black redaction covers the signature and stamp area. A blue circular stamp is partially visible, containing the text "ФГБУН ИМ. А. Н. СЕВЕРЦОВА РАН" and "ОТ РАСПРАВИТЕЛЬСКОГО КОМИТЕТА". To the right, there is a blue rectangular stamp with handwritten text "Гонгальского К.Б." and "22" 04 2026г.".

Контактные данные:

тел.: +7 (495) 633-09-22, e-mail: gongalsky@sev-in.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация: 03.02.08. Экология

Адрес места работы:

119071, г. Москва, Ленинский проспект, д.33,
ФГБУН «Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н.Северцова
РАН», лаборатория изучения экологических функций почв
Тел.: +7 (495) 633-09-22; e-mail: admin@sevin.ru; www.sev-in.ru