

Министерство образования Республики Беларусь

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.М. МАШЕРОВА»  
(ВГУ имени П.М. Машерова)

УДК 581.524.2(476.5) (0473)  
Рег № 20190463

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной работе  
доктор пед. наук, профессор

\_\_\_\_\_ Е.Я. Аршанский  
\_\_\_\_\_ 2021 г.

**ОТЧЕТ  
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ**

Оценка угроз распространения инвазивных видов родов Борщевик, Золотарник, Бальзамин на территории северных и западных районов Витебской области, молекулярно-генетическое изучение их таксономического состава

**(заключительный)**

*Комплексное задание 2.05*

*«Оценка угроз и разработка системы оценки рисков от внедрения инвазивных видов в нативные сообщества как элемент экологической безопасности Республики Беларусь»*

ГПНИ «Природопользование и экология»,  
п/п 3.2 «Биоразнообразие, биоресурсы, экология»

Научный руководитель договора  
к.б.н., доц.

\_\_\_\_\_

Л.М. Мержвинский

Ответственный исполнитель

\_\_\_\_\_

Ю.И. Высоцкий

Витебск 2021

## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научный руководитель: ведущий научный сотрудник, к.б.н., доцент кафедры зоологии и ботаники	_____	Мержвинский Л.М. (введение, главы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,10, заключение)
Исполнители темы:		
Старший научный сотрудник, магистр биологии, ученый исследователь, директор ботанического сада	_____	Высоцкий Ю.И. (введение, главы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,10, заклучение)
Старший научный сотрудник, к.б.н., доцент кафедры зоологии и ботаники,	_____	Колмаков П.Ю. (глава 9, заклучение)
Научный сотрудник, ст. преподаватель кафедры экологии и географии	_____	Торбенко А.Б. (глава 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8,10 заклучение)
Научный сотрудник, ст. преподаватель кафедры зоологии и ботаники	_____	Морозов И.М. (глава 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, заклучение)
Лаборант б/к, магистрант кафедры зоологии и ботаники	_____	Леонов А.В. (глава 9, заклучение)
Лаборант б/к, магистрант кафедры экологии и географии	_____	Кривко В.В. (глава 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, заклучение)
Нормоконтроль		Т.В. Харкевич

## РЕФЕРАТ

Отчет: 211 с., 1 кн, 206 рисунков, 14 диаграмм, 4 таблицы, 12 источников

GPS-НАВИГАЦИЯ, БОРЩЕВИК, ЗОЛОТАРНИК, БАЛЬЗАМИН, ГЕРБИЦИДЫ, ГИС-ТЕХНОЛОГИИ, ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, ИНВАЗИВНЫЕ ПОПУЛЯЦИИ, КОЛОНИИ БОРЩЕВИКА, ЦЕНТРЫ ИНВАЗИИ

*Цель исследования:* с применением GPS-навигации и ГИС-технологий выявить площадь распространения инвазивных видов родов борщевик и золотарник, инвазивного вида бальзамин железистый (недотрога желёзконосная), провести молекулярно-генетическое изучение их таксономического состава на территории Витебской области.

*Задачи исследований.*

1. Дать современную оценку распространения исследуемых чужеродных видов, выявить пути проникновения в различные природные комплексы на территории западных и северных районов.

2. Собрать гербарий образцов инвазивных видов из разных популяций (разных местопроизрастаний) и провести молекулярно-генетический анализ модельных видов и обнаруженных гибридов. Уточнить видовой состав чужеродных видов в очагах инвазии на основании таксономической инвентаризации собранных образцов и их генетического анализа.

3. Составить прогноз расселения названных инвазивных видов в обследованных районах исходя из путей проникновения каждого вида в разные фитоценозы.

4. Оценить эффективность практикуемых мер борьбы по ликвидации очагов инвазии исследуемых видов на основании данных Районных администраций и областной инспекции по природным ресурсам и охране окружающей среды.

*Материал и методы.* Материалом исследования являлись очаги инвазии борщевика, золотарника и бальзамина на территории названных районов. Для разработки маршрута полевых исследований использовались ведомственные данные Витебской областной комиссии природных ресурсов и охраны окружающей среды о местах произрастания колоний борщевика, а также материалы научных отчетов ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича» НАН РБ.

Эколого-флористические исследования проводились детально-маршрутным методом с применением GPS-навигации; обработка результатов осуществлялась с использованием ГИС-технологий и ГИС-картографирования, решение статистических и расчетных задач с использованием электронной карты. Молекулярно-генетические исследования проводились методами RAPD-диагностики, ПЦР-амплификации и ДНК-

штрихкодирования (баркодинга).

*Результаты и их обсуждение.*

В результате инвентаризации очагов инвазии в 2019 г. на территории Браславского района зарегистрировано 211 колоний борщевика общей площадью 72,77 га. По сравнению с 2010 г. на 588 увеличилось количество зарегистрированных мест произрастания. На территории Верхнедвинского района в 2019 г. зафиксировано 75 колоний общей площадью 4,457 га. На территории Глубокского района в 2020 г. зафиксированы 563 колоний борщевика общей площадью 24,9 га, 11 мест произрастания золотарника и 1 мест произрастания бальзамина розового. По сравнению с 2010 г. отмечен многократный рост количества мест произрастания борщевика (с 19 локальных популяций в 2010 г. до 563 локальных популяций в 2020 г.). Успехов в борьбе с борщевиком в Глубокском районе за прошедшие 10 лет не достигнуто: площадь зарослей борщевика увеличилась в 50 раз, число мест произрастания в 30 раз. На территории Докшицкого района в 2020 г. зафиксировано 11 мест произрастания золотарника и одно место натурализации бальзамина и 10 мест произрастания борщевика общей площадью 1,318 га. На территории Миорского района в 2019 г. зафиксировано 2 места натурализации недотроги желёзконосной, 2 места натурализации золотарника канадского и 2969 мест произрастания борщевика общей площадью 127,1 га. Это на 89 га больше официально учтенной в 2018 г. площади инвазии. Это показывает взрывной рост числа мест произрастания за период с 2011 по 2019 годы. В Поставском районе в 2020 г. зафиксированы 143 места произрастания борщевика общей площадью 9,91 га, 10 мест произрастания золотарника и 1 место произрастания бальзамина. На территории Россонского района зафиксировано 30 мест произрастания борщевика общей площадью 0,69 га. На территории района зафиксировано 1 место натурализации бальзамина розового и 10 точек натурализации золотарника канадского, золотарник гигантский не выявлен. На территории Шарковщинского района зафиксировано 110 мест произрастания борщевика общей площадью 11,9424 га. На территории района зафиксировано 4 места натурализации бальзамина розового (недотроги желёзконосной), 5 мест натурализации золотарника канадского и одно место произрастание золотарника гигантского.

*Новизна исследования:*

- проведена полная инвентаризация мест произрастания инвазивных растений в Браславском, Верхнедвинском, Глубокском, Докшицком, Миорском, Поставском, Россонском, Шарковщинском районах;
- зафиксированы GPS-координаты всех выявленных мест произрастаний;

- сделано описание колоний борщевика, на электронных картах обрисованы контуры отдельных локальных местопроизрастаний (локусов или локалитетов) всех зафиксированных мест произрастания борщевика, натурализовавшегося золотарника, натурализовавшегося бальзамина розового (недотроги желёзконосной);
- на основании полевых исследований распространения инвазивных видов создано:
- картографическая база данных распространения 3 инвазивных видов в программе *OziExplorer*;
- ГИС распространения бальзамина, борщевика и золотарника (в программе *MapInfo*).

Проведен анализ:

- распространения борщевика по территории районов;
- распределения земель, засоренных борщевиком по землепользователям и типам земель;
- динамики инвазии борщевика за период с 2011 по 2019 годы.

*Практическая значимость исследования подтверждена 2 актами внедрения об использовании материалов отчета по НИР:*

- в природоохранной деятельности Витебского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды (внедрения данных о распространении борщевика практическую работу по планированию ликвидации очагов инвазии) – 2 акта.

*Научная значимость исследования подтверждена 5 актами внедрения в деятельность 3 учреждений:*

- 1) в образовательной и научной деятельности ВГУ имени П.М. Машерова:
  - внедрения данных о распространении инвазивных растений в преподавание специальных дисциплин на 3 кафедрах биологического факультета (3 акта);
- 2) в научной деятельности сектора кадастра растительного мира ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси»:
  - внедрения данных о распространении инвазивных растений по территории 2 районов (2 акта);
- 3) в научной деятельности Республиканского банка ДНК ГНУ «Институт генетики и цитологии» НАН РБ
  - внедрения 14 образцов ДНК инвазивных растений для изучения генома (1 акт).

**Заключение.**

На территории Браславского, Верхнедвинского, Глубокского, Докшицкого, Миорского, Поставского, Россонского, Шарковщинского района Витебской области в борьбе с расселением борщевика больших успехов не достигнуто.

Невыполнение полного объема необходимых мероприятий по борьбе с борщевиком привело к тому что около 30% колоний отнесены к прогрессирующим и доминирующим, т.е. к активно расширяющимся колониям.

За 9 лет, несмотря на принимаемые меры, значительно увеличилось количество мест произрастания борщевика и возросла площадь его зарослей:

В ближайшие годы площади занятые борщевиком могут увеличиться, так как больше половины зарослей борщевика не скашиваются, происходит созревание семян и их самосев. Ситуация усугубляется тем, что все больше пахотнопригодных земель не вовлечены в сельскохозяйственный оборот.

На территории северо-западных и западных районов Витебской области бальзамин железистый (недотрога железконосная) и золотарник канадский инвазионным потенциалом не обладают. Бальзамин в культуре встречается очень редко, натурализовавшихся популяций всего 32. В Шарковщинском районе в аг. Лужки имеется очаг инвазии бальзамина из 4 крупных локалитетов в пойме р. Мнюта. Золотарник канадский изредка встречается в культуре и насчитывает всего 56 натурализовавшихся популяций.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	9
1	Краткий обзор инвазии в Браславском районе по отчету НИР 2019 года	17
1.1	Локализация инвазии борщевика по территории Браславского района	18
1.2	Анализ распределения борщевика по территории Браславского района	41
1.3	Результативность мероприятий по борьбе с борщевиком в Браславском районе	43
2	Краткий обзор инвазии в Миорском районе по отчету НИР 2019 года	45
2.1	Локализация инвазии борщевика по территории Миорского района	45
2.2	Анализ распределения засоренных борщевиком земель в Миорском районе	65
2.3	Результативность борьбы с борщевиком в Миорском районе	67
3	Характеристика инвазии на территории Верхнедвинского района	69
3.1	Локализация инвазии борщевика и золотарника на территории района	69
3.1.1	Центр инвазии «Северный» Верхнедвинского района	69
3.1.2	Центр инвазии «Южный» Верхнедвинского района	78
3.2	Анализ распределения засорённых борщевиком земель района	80
3.3	Результативность борьбы с борщевиком в Верхнедвинском районе	82
4	Характеристика распространения инвазии в Глубокском районе	84
4.1	Описание очагов инвазии на территории Глубокского района	84
4.2	Локализация инвазии золотарника канадского в Глубокском районе	116
4.3	Анализ распределения земель, засоренных борщевиком, в Глубокском районе	118
4.4	Результативность борьбы с борщевиком в Глубокском районе	121
5	Характеристика инвазии на территории Докшицкого района	123
5.1	Локализация инвазии на территории Докшицкого района	123
5.2	Анализ распределения борщевика на территории Докшицкого района	126
5.3	Результативность борьбы с борщевиком в Докшицком районе	127
6	Характеристика инвазии в Поставском районе	129
6.1	Локализация инвазии борщевика на территории Поставского района	129
6.2	Локализация инвазии золотарника и бальзамина в Поставском районе	144
6.3	Анализ распределения инвазии на территории Поставского района	146
6.4	Результативность борьбы с борщевиком в Поставском районе	149
7	Характеристика инвазии в Россонском районе	151
7.1	Локализация инвазии борщевика в Россонском районе	151
7.2	Локализация инвазии бальзамина и золотарника в Россонском районе	157
7.3	Результативность борьбы с борщевиком в Россонском районе	158
8	Характеристика инвазии на территории Шарковщинского района	160
8.1	Локализация инвазии борщевика в Шарковщинском районе	160
8.2	Локализация инвазии бальзамина и золотарника в Шарковщинском районе	169
8.3	Анализ распространения инвазии в Шарковщинском районе	171
8.4	Результативность борьбы с борщевиком в Шарковщинском районе	173
9	Молекулярно-генетическое изучение инвазивных видов родов бальзамин, борщевик и золотарник	175
9.1	Выявление генетического полиморфизма инвазивных видов родов <i>Impatiens</i> , <i>Solidago</i> и <i>Heraclеum</i>	175
10	Оценка угроз распространения и перспектива расселения бальзамина, борщевика и золотарника в северных и западных районах Витебской области	200
	Заключение	206
	Список использованных источников	211

## ВВЕДЕНИЕ

На территории Витебской области площадь земель, засоренных борщевиком, самая большая в Беларуси, поэтому необходимо предпринимать самые конструктивные меры по минимизации его распространения.

Меры борьбы с борщевиком были разработаны российскими и белорусскими учеными еще в 2008 г. [1, 2].

Сегодня работа по ограничению распространения инвазивных видов растений ведется на основании «Положения о порядке проведения мероприятий по регулированию распространения и численности видов растений, распространение и численность которых подлежат регулированию», утверждено Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 1002 от 07 декабря 2016 г.

«Положением...» определяется порядок проведения мероприятий по регулированию распространения и численности видов растений, признанных инвазивными. Мероприятия по борьбе с борщевиком проводятся в целях охраны жизни и здоровья граждан, охраны и защиты объектов животного мира и среды их обитания, объектов растительного мира и среды их произрастания, охраны водных объектов, охраны окружающей среды в целом, а также предотвращения причинения вреда отдельным отраслям экономики.

Мероприятия включают:

– проведение полевых обследований территории в целях выявления мест произрастания растений, относящихся к видам, распространение и численность которых подлежат регулированию;

– разработку и утверждение районного плана мероприятий;

– проведение работ по регулированию распространения и численности видов растений в соответствии с районным планом мероприятий.

– применение мер административного воздействия, к землепользователям, которые несвоевременно проводили мероприятия по предотвращению распространения борщевика.

Рекомендации по борьбе с борщевиком предлагают следующие способы ограничения распространения:

1. Уничтожение растений и их стеблекорней вручную (практикуется для малых популяций и одиночных растений): механическое и ручное скашивание малых площадей и неудобий, подрезание верхней части стеблекорня.



2. Многократное скашивание борщевика для истощения стеблекорня и недопущения семеношения. Применяется на больших площадях и в придорожных полосах.

3. Химический метод борьбы – обработка очагов распространения борщевика разными гербицидами. Эффективный и дешевый способ, применяется на сельскохозяйственных полях и в местах, где скашивание невозможно.

4. Комбинированное уничтожение: скашивание и перепашка очагов, обработка гербицидом отрастающего после скашивания борщевика и перепашка после срока ожидания [1,2].

В 2010 г. структурными подразделениями Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды совместно с учеными Института экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича проводились обследования территорий с целью выявления и уточнения мест произрастания борщевика Сосновского. Выявленная площадь зарослей борщевика Сосновского по области составила около 1 300 га [3].

На 1.11.2010 г. было проведено мероприятий по уничтожению борщевика Сосновского на площади 798,1 га, или 61,5 % от территории его распространения [3].

Меры по сдерживанию численности борщевика с 2011 по 2015 годы оказались малопродуктивными. Возникали новые очаги инвазии, расширялись многие старые колонии. За прошедшие годы значительно увеличилось количество мест произрастания других инвазивных видов растений: разных видов золотарника и их гибридов, а также бальзамина розового (железистого) или недотроги железконосной.

Проведенные в 2016-18 годы исследования в ряде регионов показали, что масштабы распространения и степень угрозы борщевика оказались более значительными, чем предполагалось ранее, а также выявили взрывоопасную динамику экспансии данного вида. В ряде районов распространение борщевика привело к значительным экономическим потерям и социальным проблемам. Возникла необходимость в проведении тотальной инвентаризации зарегистрированных мест произрастания, проверки всех населённых пунктов, ферм и других мест к которым приурочено появление новых очагов инвазии. Выяснилось, что растения в инвазивных популяциях внешне имеют большие морфологические отличия. Необходимы детальных и обширных исследований по таксономической принадлежности инвазивных растений, произрастающих в разных очагах, комплексной оценки состояния, динамики и степени угрозы, прогноз расселения из существующих очагов инвазии.

При этом особую актуальность приобретает оценка результативности проведенных мероприятий по борьбе по ограничению распространения борщевика в районах с

наиболее уязвимой ситуацией с инвазией данного вида, с тем, чтобы органы управления на местах уже в следующем году могли оперативно реагировать на изменение экологической ситуации с данным видом.

При формировании ГПНИ «Природопользование и экология» п/п 3.2 «Биоразнообразие, биоресурсы, экология» решено работы по картированию и оценке угроз распространения некоторых инвазивных видов выполнить в рамках отдельного проекта: *«Оценка угроз распространения инвазивных видов родов бальзамин, борщевик и золотарник на территории северных и западных районов Витебской области, молекулярно-генетическое изучение их таксономического состава»*.

*Цель работы:* с применением GPS-навигации и ГИС-технологий выявить площадь распространения инвазивных видов родов борщевик и золотарник, инвазивного вида бальзамин железистый (недотрога желёзконосная), провести молекулярно-генетическое изучение их таксономического состава на территории Витебской области.

*Задачи исследований.*

1. Дать современную оценку распространения исследуемых чужеродных видов на территории 8 административных районов, выявить пути проникновения в различные природные комплексы.

2. Собрать гербарий образцов инвазивных видов из разных популяций (разных местопроизрастаний) и провести молекулярно-генетический анализ модельных видов и обнаруженных гибридов. Уточнить видовой состав чужеродных видов в очагах инвазии на основании таксономической принадлежности собранных образцов и их генетического анализа.

3. Составить прогноз расселения названных инвазивных видов в обследованных районах исходя из путей проникновения каждого вида в разные фитоценозы.

4. Оценить эффективность практикуемых мер борьбы по ликвидации очагов инвазии исследуемых видов на основании данных районных администраций и Витебского областного комитета по природным ресурсам и охране окружающей среды.

*План работы по проекту предусматривает:*

–создание картографической базы данных в программе *OziExplorer*, а также ГИС в программе *MapInfo*.

–описание очагов инвазии и состояния колоний (включая фотографии состояния колоний, картосхемы колоний и очагов, площади зарослей борщевика и способы уничтожения конкретных колоний или локусов;

–анализ распределение земель, засоренных борщевиком по землепользователям;

–оценка результативности проведенных мероприятий по ограничению распространения борщевика (по состоянию на сентябрь 2019 г. и сентябрь 2020 г.).

**Материал и методы.** Материалом исследования являлись очаги инвазии и локальные популяции борщевика, золотарника и бальзамина на территории названных районов. Для разработки маршрута полевых исследований использовались ведомственные данные Витебского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды, а также материалы ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф Купревича» НАН Беларуси [3].

Эколого-флористические исследования проводились детально-маршрутным методом с применением GPS-навигации; обработка результатов осуществлялась с использованием ГИС-технологий и ГИС-картографирования, решение статистических и расчетных задач с использованием электронной карты. Молекулярно-генетические исследования проводились методами RAPD-диагностики, ПЦР-амплификации и ДНК-штрихкодирования.

Для подготовки образцов к реакции секвенирования проводилась переэкстракция тотальной ДНК с помощью набора для выделения с целью очистки ДНК от примесей органической и неорганической природы. Выявление степени генетического полиморфизма определялось с помощью праймера ОРА 01. Последовательность ОРА 01: gaggcsccttc. ПЦР проводилась без модификаций. Разделение продуктов RAPD-маркирования проводилось путём электрофореза в 2% агарозном геле с добавлением бромистого этидия. Визуализация результатов осуществлялась в Gel Doc XR+ BIO RAD.

Молекулярно-генетическое исследование было выполнено с использованием метода секвенирования по Сэнгеру (ферментативное секвенирование). В ходе исследования была проведена ПЦР-амплификация диагностических локусов (фрагментов межгенного нетранскрибируемого участка IGS, в последующем, секвенированного со стороны 18S РНК). Для установления первичной структуры диагностических локусов было проведено секвенирование ПЦР-продуктов на базе генетического анализатора ABI PRISM 310 (Thermo Fisher Scientific, США). Видовая принадлежность секвенированных последовательностей была установлена путем их сравнительного анализа с депозитами из базы данных международного генного банка NCBI GenBank.

#### **Результаты и их обсуждение.**

В 2019–2020 году проведена инвентаризация 8 административных районов: Браславского, Верхнедвинского, Глубокского, Докшицкого, Миорского, Поставского, Россонского и Шарковщинского.

В ходе инвентаризации популяций борщевика выявлены 6 градаций взаимозависимых состояний лугового фитоценоза в очаге инвазии и инвазивного вида, использованные для описаний колоний [4].

Выделены 6 категорий состояния колонии борщевика: доминирует, прогрессирует, стабилен, угнетён, сильно угнетен, ликвидирован (таб. 1).

Для классификации колоний борщевика по пространственному расположению выделены 5 типов: точечные, пятнистые, ленточные, пятнисто-ленточные, площадные [4].

*Точечные колонии* – небольшие колонии, численностью от 1-100шт., площадью до 10 м<sup>2</sup> или небольшие группы до 30 особей площадью 1-3 м<sup>2</sup>. Обычно это молодые новые колонии или старые стабильные очаги в местах, где нет возможности расселения.

*Пятнистые колонии* состоят из нескольких отдельных близко расположенных пятен с зарослями борщевика (местопроизрастаний, локалитетов или локусов). Как правило, это прогрессирующие колонии, имеющие тенденцию к расширению или восстанавливающиеся после перепашки или смены севооборота. Эти колонии бывают разных размеров и численностью от 100 до 10000 шт. и более.

*Ленточные колонии* – узкие длинные колонии, обычно вытянутые вдоль дорожных откосов, придорожных канав, мелиоративных каналов или вдоль кустов по кромке поля. Это колонии уже сформировавшие сплошную монодоминантную заросль борщевика. Обычно эти очаги стабильны, если ведётся скашивание (на каналах и дорожных откосах) или прогрессируют и доминируют, если не ведётся борьба с очагом инвазии. Эти колонии бывают разных размеров и численностью от 100 до 10000шт. и более.

*Пятнисто-ленточные колонии*, как правило, встречаются там же где и ленточные. В отличие от *ленточных*, они не смогли сформировать сплошную монодоминантную заросль борщевика. Обычно это молодые, активно расселяющиеся прогрессирующие колонии, еще не успевшие сомкнуть свои пятна или старые стабильные колонии, где заросль борщевика прерывается пятнами кустарника или болотинами. Площадь и численность особей в этих колониях сильно варьирует.

*Площадные колонии* это прогрессирующие или доминирующие колонии, сформировавшие сплошное пятно монодоминантной заросли борщевика. Размер пятна заросли средний или крупный, численностью > 1000 шт.

Таблица 1 – Взаимосвязь состояния растительного сообщества и зарослей борщевика

Градации для описания состояния местопроизрастания борщевика		
	Состояние заросли борщевика	Состояние лугового фитоценоза
	Доминирует: борьбы с расселением нет, ежегодно обсеменяется. Сформировалась сплошная монодоминантную заросль борщевика, происходит расширение на прилегающую территорию.	Полное разрушение и замещение на сплошную монодоминантную заросль борщевика
	Прогрессирует: борьба с расселением проводится нерегулярно или только на части участка. Ежегодно дает новые семена. Расширяет площадь, образует новые дочерние колонии, формирующие пятна зарослей борщевика	Деградация лугового фитоценоза, бурьянизация, появление пятен монодоминантной заросли борщевика. Резкое уменьшение количества видов типовой луговой растительности и увеличение числа видов сорных растений
	Стабилен: скашивается 1 раз, дает повторное цветение, единичные экземпляры обсеменяются. Расширения площади нет, но нет и сокращения.	Внедрение борщевика в луговой фитоценоз до 50% проективного покрытия. Фитоценоз в равновесии и сдерживает распространение борщевика
	Угнетен: борьба с расселением ведется регулярно. Регулярное скашивание не допускает созревания семян. Истощение и гибели отдельных растений борщевика. Происходит уменьшение проективного покрытия и уменьшение общей площади очага или распадаения заросли на отдельные пятна.	Внедрение борщевика в луговой фитоценоз снижается до 30-40% проективного покрытия. Происходит увеличение количества видов аборигенной луговой растительности.
	Сильно угнетен: борьба с расселением проводится регулярно. Кроме кошения применялась химобработка гербицидом или обработка почвы (дискование, перепашка). Но по краям очага сохраняются растения с семенами, есть выжившие после дискования и перепашки.	Луговой фитоценоз уничтожен гербицидом или обработкой почвы. Бурьянизация, замещение луговых трав высокорослыми сорными растениями.
	Борщевик уничтожен: проведена химобработка очага гербицидом или перепашка с последующим посевом трав или зерновых культур.	Замещение на агроценоз или на культурный сенокос из многолетних трав

При проведении инвентаризации зафиксированы GPS-координаты всех выявленных местопроизрастаний борщевика, бальзамина и золотарника.

Сделано описание зарегистрированных мест произрастания инвазивных видов и составлены реестры по районам.

Создана ГИС распространения инвазивных видов на территории 8 обследованных северных и западных районов Витебской области.

Созданы электронных карты распространения инвазии, на которые перенесены контуры всех зафиксированных мест произрастания инвазивных растений (контуры локальных популяций).

Проанализирована динамика распространения инвазии в обследованных районах.

Средствами ГИС проведен анализ локализации борщевика на территории районов, распределения земель, засоренных борщевиком по землепользователям и видам земель, категориям состояния колоний борщевика.

*Новизна исследования:*

- проведена полная инвентаризация мест произрастания инвазивных растений на территории 8 административных районов: Браславского, Верхнедвинского, Глубокского, Докшицкого, Миорского, Поставского, Россонского и Шарковщинского;
- зафиксированы GPS-координаты всех выявленных местопроизрастаний;
- выполнена обрисовка контуров зафиксированных мест произрастания инвазивных растений на топографической подложке Геопортала ЗИС Республики Беларусь (карта на основе аэрофотоснимков). Создана ГИС распространения инвазивных видов на территории 8 обследованных районов;
- на основании полевых исследований распространения инвазии создано:
  - 1) картографическая база данных распространения борщевика, бальзамина и золотарника в программе *OziExplorer*;
  - 2) ГИС (в программе *MapInfo*) распространения борщевика, бальзамина и золотарника по 8 обследованным районам.

*Практическая значимость исследования подтверждена 2 актами внедрения об использовании материалов отчета по НИР:*

в природоохранной деятельности Витебского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды (внедрения данных о распространении борщевика практическую работу по планированию ликвидации очагов инвазии) – 2 актов.

*Научная значимость исследования подтверждена 4 актами внедрения об использовании материалов отчета по НИР в деятельности 3 учреждений:*

- 1) в образовательной и научной деятельности ВГУ имени П.М. Машерова:

– внедрения данных о распространении инвазивных растений в преподавание специальных дисциплин на 3 кафедрах биологического факультета (3 акта);

2) в научной деятельности ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси»:

– передача в Республиканский банк ДНК человека, растений и микроорганизмов 19 образцов ДНК разных морфологических форм борщевика для изучения и анализа (1 акт);

В отчете приводятся описания очагов инвазии и мест произрастания инвазивных растений (бальзамина, борщевика, золотарника), результаты ГИС-анализа распространения борщевика, результативность мер борьбы с ним. Отдельный раздел посвящен молекулярно-генетическому изучению таксономического состава образцов из разных удалённых популяций.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Методические рекомендации по борьбе с неконтролируемым распространением борщевика Сосновского (составители Н.В. Дальке, И.Ф. Чадин). Сывтывкар, 2008. – 28с.
2. Гигантские борщевики – опасные инвазивные виды для природных комплексов и населения Беларуси / Н.А. Ламан, В.Н. Прохоров, О.М. Масловский / Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси.: Минск, 2009. – 40с.
3. Создание карт распространения, оценка состояния, динамики и степени угрозы, разработка планов мероприятий по ограничению распространения борщевика Сосновского для административных районов / Отчет по НИР, научный руководитель О.М. Масловский / Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси: Минск 2010. – 505с.
4. Высоцкий Ю.И., Анализ инвазии борщевика на территории Дубровенского района Витебской области / Л.М. Мерзвинский, А.Б. Торбенко, Ю.И. Новикова, С.Э. Латышев, И.М. Морозов / Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта – 2017. – №3 (96). – С.49-55.
5. О некоторых вопросах регулирования распространения и численности видов дикорастущих растений / Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь № 2 от 10 января 2009 г.: Минск 2009.
6. Юрченко Е.О. Основы молекулярного маркирования грибной ДНК. Практическое руководство / Е.О. Юрченко, М.Г. Синявская. – 2007. Минск: Право и экономика. – 101 с.
7. Маниатис Т. Молекулярное клонирование / Т. Маниатис, Э. Фрич, Дж. Сэмбрук. – Москва: Мир. – 1984. – 480 с.
8. Великов В.А. Молекулярная биология. Практическое руководство / В.А. Великов. – 2013. – Саратов. – 84 с.
9. Wurzbacher, C., Larsson, E., Bengtsson-Palme, J., Van den Wyngaert, S., Svantesson, S., Kristiansson, E., ... Nilsson, R. H. (2018). Introducing ribosomal tandem repeat barcoding for fungi. *Molecular Ecology Resources*. doi:10.1111/1755-0998.12944.
10. Падутов, В.Е. Методы молекулярно-генетического анализа / В.Е. Падутов, О.Ю. Баранов, Е.В. Воропаев. – Мн.: Юнипол, 2007. – 176 с.
11. Logacheva, M. D., Valiejo-Roman, C. M., Degtjareva, G. V., Stratton, J. M., Downie, S. R., Samigullin, T. H., & Pimenov, M. G. (2010). A comparison of nrDNA ITS and ETS loci for phylogenetic inference in the Umbelliferae: An example from tribe Tordylieae. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 57(1), 471–476.
12. Сацыперова, И.Ф. Борщевики флоры СССР – новые кормовые растения / И.Ф. Сацыперова – Л., Наука, 1984. – 223 с.