

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. № 20210540

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
доктор пед. наук, профессор

_____ Е.Я. Аршанский
_____ 2024 г.

ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ИНВАЗИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА КЛЕНА
ЯСЕНЕЛИСТНОГО (*ACER NEGUNDO* L.) В БАССЕЙНЕ РЕКИ ЗАПАДНАЯ
ДВИНА В ПРЕДЕЛАХ БЕЛАРУСИ**

ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда»
п/п 10.2. «Биоразнообразие, биоресурсы, экология»

(заключительный)

Научный руководитель
к.б.н., доц., доцент кафедры фундаментальной
и прикладной биологии _____

Л.М. Мержвинский

Ответственный исполнитель
старший научный сотрудник НИС _____

Ю.И. Высоцкий

Витебск 2024

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научный руководитель:

к.б.н., доцент кафедры
фундаментальной
и прикладной биологии,

Л.М. Мержвинский
(введение, глава 1, 2, 3, 4
заключение)

Исполнители темы:

старший научный сотрудник НИС

Ю.И. Высоцкий
(введение, глава 1, 2, 4
заклучение)

к.б.н., доцент кафедры
фундаментальной
и прикладной биологии

П.Ю. Колмаков
(глава 3)

старший преподаватель кафедры
фундаментальной
и прикладной биологии

С.Э. Латышев
(глава 1, 2)

младший научный сотрудник

В.В. Латышева
(глава 1, 2)

старший преподаватель кафедры
экологии и географии

А.Б. Торбенко
(глава 1, 2, 4)

преподаватель-стажер кафедры
ландшафтного проектирования
инженерного факультета Полесского
государственного университета

М.Н. Яхновец
(глава 3)

младший научный сотрудник

Г.Г. Пирханов
(глава 3)

Нормоконтроль

Т.В. Харкевич

РЕФЕРАТ

Отчет: 210 с., 1 кн., 174 рис., 4 табл., 6 диаг., 14 источников

GPS-НАВИГАЦИЯ, ГИС, ГИС-ТЕХНОЛОГИИ, ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, ИНВАЗИВНЫЕ ПОПУЛЯЦИИ, ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ, КАРТА, ЛОКАЛИТЕТЫ, МЕСТОПРОИЗРАСТАНИЯ, ОЧАГИ ИНВАЗИИ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ

Цель исследования: выявить площадь распространения инвазивного вида Клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) с применением ГИС-технологий, оценить характер распространения Клена ясенелистного на изучаемой территории, выявить пути его проникновения в различные природные комплексы, дать комплексную оценку инвазивного потенциала Клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) в бассейне реки Западная Двина в пределах Беларуси.

Задачи исследования:

- с применением GPS-навигации и ГИС-технологий дать современную оценку распространения исследуемого чужеродного вида в бассейне реки Западная Двина на территории Витебской области, выявить пути проникновения в различные природные комплексы;
- составить прогноз расселения Клена ясенелистного на изученной территории исходя из путей его проникновения в природные и антропогенно-трансформированные экосистемы.
- собрать гербарий образцов различных морфологических форм из разных популяций (разных местопроизрастаний) и выделить тотальную ДНК для молекулярно-генетического изучения степени его полиморфизма.
- определить фитоценотическую роль этого инвазивного вида и установить влияние на трансформацию природных комплексов;

Материал и методы. Материалом исследования являлись очаги инвазии клена ясенелистного (КЯ) или клена американского (*Acer negundo* L.). Для разработки маршрута полевых исследований использовались географические карты, ведомственные данные Витебской областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды о местах произрастания клена, 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 и созданной ГИС распространения клена ясенелистного (*Acer negundo* L.).

Результаты и их обсуждение. В 2021-2023 году выявление мест произрастания клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) проводилось на территории 15-и административных районов Витебской области. Обследовался бассейн реки Западная Двина на территории Витебской области: от границы Российской Федерации в окрестностях г.п. Сураж на территории Витебского района до границы с Латвией на территории Браславского района. В ходе полевых работ обследованы долины Западной Двины и ее притоков (Усвяча, Каспля, Лужеснянка, Витьба, Лучеса, Кривинка, Улла, Оболь, Сосница, Полота, Ушача, Нача, Дисна, Ужица, Сарьянка, Волта, Вята, Друйка), а также малые реки и притоки притоков: Вымнянка (приток Каспли), Сильница (приток Витьбы), Берёзка (приток Кривинки), Московка, Везунья, Зароновка, Островница, Черногостица, Шевинка, Язвинка, Санники, Сечна, притоки Уллы (Лукомка, Усвейка, Свечанка). Обследованы населенные пункты, расположенные на реках и в непосредственной близости от них. Клен ясенелистный встречается в озеленении в 124 населённых пунктах.

В ходе полевых работ в обследованном регионе выявлено 1113 мест произрастания инвазивного вида клёна ясенелистного (*Acer negundo* L.) общей площадью 251,7275 га.

Прибором спутниковой навигации *GARMIN GPSmap60CSx* зафиксированы GPS-координаты обнаруженных локалитетов клена, сделано их описание.

В бассейне правого притока р. Усвяча от границы Российской Федерации до впадения в Двину клен единично встречается в 3 деревнях в озеленении. В долине реки зафиксировано 35 локалитетов представленных небольшими куртинами и одиночными деревьями разновозрастных клёнов общей площадью 1,2245 га.

В бассейне левого притока р. Каспля от границы Российской Федерации до впадения в Западную Двину в г.п. Сураж клен единично встречается в 5 деревнях в долине реки зафиксировано 169 мелких локалитетов представленных небольшими куртинами и одиночными деревьями разновозрастных клёнов общей площадью 2,2952 га. На р. Вымнянка (приток Каспли) зафиксированы 12 локалитетов клёна в черте г.п. Яновичи.

Обследована долина р. Лучеса (левый приток Западной Двины) от истока (оз. Зеленское, аг. Бабиновичи) до устья в Витебске. В бассейне Лучесы зафиксировано 22 очага инвазии общей площадью 9463 м². На притоках Лучесы (Мошна, Черница, Суходровка) клена не выявлено. В бассейне Лучесы клен встречается единично в озеленении на территории 8 прибрежных деревень.

На р. Кривинка зафиксировано 2 локалитета клена.

Обследована долина р. Улла от истока (г. Лепель) до впадения в Западную Двину в аг. Улла. На участке реки от истока до г. Чашники зафиксированы 67 мест произрастания инвазивного вида, в 8 деревнях на берегах реки клен встречается в озеленении. На участке реки ниже г.п. Чашники река резко разворачивается на юг, ландшафты долины сильно меняются, пойма расширяется, до устья выявлено всего 33 места произрастания клёна. Площадь локалитетов уменьшается до одиночных деревьев и небольших куртин молодых деревьев. Происходит активное расселение клёна в верхнем и среднем течении реки и внедрение новых точек инвазии в нижнем течении. На притоках Уллы (р. Лукомка, р. Усвейка, р. Свечанка) клен ясенелистный не выявлен.

Обследована долина р. Оболь от истока (оз. Езерище) до впадения в Западную Двину. В долине р. Оболь клен ясенелистный встречается редко, нами выявлено всего 8 мест произрастания клена ясенелистного в среднем и нижнем течении реки. Первые локалитеты клёна появляются в д. Толкачево, представляют собой единичные средневозрастные деревья или группы молодого подростка. Зафиксированы небольшие куртины в озеленении аг. Оболь. На притоках р. Оболь (Чернуйка, Свина, Чернавка, Чернявка, Грязнуха, Выдрица, Усыса, Черница, Будовесь, Речица, Сучанка,) клен ясенелистный не выявлен. В бассейне р. Оболь клен ясенелистный единично встречается в озеленении трех н.п.: г. Городок (приток р. Усыса), г.п. Оболь, д. Суровни.

Обследована долина р. Ушачи от истока из озера Мурог (д. Заозерье) до впадения в Западную Двину (протяженность участка реки около 100 км). В бассейне реки Ушача зафиксировано 18 мест произрастания клена ясенелистного. Обследован бассейн р. Дисна и ее притоков. Клен ясенелистный в бассейне р. Дисна встречается очень редко, представленный небольшими куртинами и одиночными деревьями разновозрастных клёнов. Клен встречается в озеленении 7 н.п. (Шарковщина, Германовичи, Василины, Жуковщина, Новоселки, Бельки, Шарковщина, Дисна). Всего в долине р. Дисна зафиксировано 37 очагов инвазии (отдельных локалитетов КЯ). На притоке Мнюта обнаружен 1 локалитет КЯ, на притоке Половица 2 локалитета.

Обследована долина р. Дрисса от истока в д. Перевоз Россонского района до устья в г. Верхнедвинск. Выявлено 307 очагов инвазии КЯ общей площадью 38, 8569 га. Клен встречается в 4 н.п. (Болбечино, Волюковичи, Янковичи, Верхнедвинск). Обследованы 2 крупных притока Дриссы (Свольна, Нища, Нещерда).

На притоке Свольна зафиксировано 15 локалитетов КЯ площадью 2,2237 м². В бассейне Свольны клен встречается в 5 н.п. (Голубово, Желтовщина, Заря, Лакисово, Свольно). Д. Голубово крупный очаг первичной инвазии (7 отдельных локалитетов) КЯ.

На притоке Нища зафиксировано 13 очагов инвазии площадью 4176 м². В бассейне Нищи клен встречается в 3 н.п. (Клястицы, Головчицы, Соколище). Клястицы очаг первичной инвазии КЯ. Отсюда начинается распространение инвазии КЯ вниз по реке.

На притоке Нещерда зафиксировано 2 малых очага инвазии в д. Долгоборье.

На р. Ужица клена ясенелистного на реке нет. В бассейне реки выявлено 1 место произрастания КЯ в д. Чернявщина, состоящее из 5 отдельных очагов инвазии. Место находится далеко от реки и семена клена в реку не попадают.

Обследована долина р. Сарьянка от госграницы (д. Защирино) до впадения в Двину в д. Устье. Клена ясенелистного на реке нет. В бассейне реки зафиксировано 1 место произрастания КЯ в аг. Сарья. Очаг инвазии представлен небольшой группой молодых КЯ, в реку клен пока не попал.

По результатам полевых исследований создана картографическая база данных мест произрастания клена ясенелистного в программе *OziExplorer* и на платформе *MapInfo* создана ГИС распространения клена ясенелистного для 14-и административных районов Витебской области.

В Витебском районе зафиксировано 351 место произрастания клена ясенелистного (КЯ) общей площадью 58,5 га (не включая Витебск). Клен ясенелистный встречается в озеленении 38 н.п. (п. Руба, Лужесно, Верховье, Тетёрки, Калиново, Лушиха, Низкоборье, Новосёлки, Пудать, Шипени, Демяхи, Орехи, Бригитполье, Сураж, Задубровье, Яновичи, Степная, Вальки, Дружная, Задетуни, Вымно, Слобода, Иваньково, Лемница, Пенкловичи, Максютки, Бельновичи, Бабиничи, Бороники, Новка, Сосновка, Замосточье, Савченки, Ляхи, Шарки, Новики, Краёво, Старое село.).

В Верхнедвинском районе зафиксировано 260 мест произрастания КЯ общей площадью 51,5146 га. Клен ясенелистный встречается в озеленении 14 н.п. (г. Верхнедвинск, Балины, Волынцы, Голубово, Дерновичи, Заря, Жовнино, Жуковщина, Переки, Сарья, Свольно, Тинковцы, Чернявщина, Чурилово).

В Полоцком районе зафиксировано 135 мест произрастания КЯ (44,7699 га). Клен ясенелистный встречается повсеместно в озеленении Полоцка и Новополоцка и небольшими очагами еще в 16 н.п. (Близница, Хоттевичи, Вишнево, Латышки, Шматово, Лучно, Кирпиничи, Куптяны, Носилицы, Бояры, Горяне, Городище, Фольварок, Экиман-1, Слобода, Кулаково).

В Шумилинском районе выявлено 59 мест произрастания КЯ (31,0727 га). Клен встречается в озеленении 6 н.п. (г. Шумилино, Сиротино, Мишневичи, г.п. Оболь, Толкачево, Станислово). Очаги инвазии представлены небольшими куртинами и одиночными деревьями разновозрастных клёнов.

В Миорском районе зафиксировано 32 места произрастания КЯ (24,4090 га). Клен встречается в озеленении 8 н.п. (Миоры, Гвардейская, Дисна, Дригучи, Леанполь, Пересловка, Слобода, Узмены).

В Бешенковичском районе зафиксировано 49 мест произрастания КЯ (22,4287 га). Клен встречается в озеленении 6 н.п. (г.п. Бешенковичи, Большое Кривино, Бочейково, Клещино, Мартиново, Фролковичи). Очаги инвазии представлены небольшими куртинами и одиночными деревьями разновозрастных клёнов.

В Лепельском районе зафиксировано 41 место произрастания КЯ (4,05 га). Клен встречается в озеленении 6 н.п. (Лепель, Заслоново, Зорница, Межица, Старое Лядно, Ульяновка).

В Чашницком районе зафиксировано 49 мест произрастания (3,157 га). Клен встречается в 5 н.п. (г.п. Чашники, Иванск, Промыслы, Орешанки, Коптевичи).

В Шарковщинском районе зафиксировано 30 мест произрастания КЯ (2,4166 га). Клен встречается в озеленении 4 н.п. (Германовичи, Жуковщина, Шарковщина, Дисна).

В Россонском районе зафиксировано 78 мест произрастания КЯ (1,7476 га). Клен встречается в озеленении 8 н.п. (Россоны, Альбрехтово, Головчицы, Долгоборье, Клястицы, Селявщина, Соколище, Янковичи).

В Поставском районе зафиксировано 10 мест произрастания КЯ (10369 м²). Клен встречается в озеленении 4 н.п. (Бельки, Василины, Новоселки, Поставы)

В Ушачком районе зафиксировано 10 мест произрастания КЯ 9197 м². Клен ясенелистный встречается в озеленении г. Ушачи и 9 сельских поселений (Большие Дольцы, Городец, Заполье, Стайки, Заскорки, Вишнёво, Латышки, Казюки, Хоттевичи).

В Браславском районе 12 места произрастания КЯ (6694 м²). Клен встречается в озеленении 5 н.п. Друя, Друцк, Друйка, Гуторовщина, Слободка.

ГИС-анализ расположения очагов и проективного покрытия клена в очагах, видов (формы) очагов, возрастного состава очагов инвазии показал каким путем происходит распространение инвазии.

Установлено, что процесс распространения инвазии клена ясенелистного в долинах рек развивается путем переноса семян вниз по реке из очагов первичной инвазии (взрослые старые деревья). Ниже по реке где сеянцам удалось внедриться в растительность возникают новые популяции клена ясенелистного (очаги вторичной инвазии). Эти очаги 2-й генерации располагаются на разном удалении от материнского растения (от 100 м до 10 км). При достижении генеративного возраста деревьев в очагах вторичной инвазии (2-й генерации), они распространяют свои семена дальше вниз по реке. В местах внедрения из сеянцев развиваются очаги вторичной инвазии 3-й генерации. В случае успешного

развития новой инвазивной популяции через несколько лет процесс расселения клена ясенелистного повторяется.

Сделана комплексная оценка инвазионного потенциала клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) в бассейне реки Западная Двина и угрозы распространения инвазии на отдельных реках бассейна по пяти бальной системе (очень высокая, высокая, средняя, малая, угрозы нет).

Из собранных образцов Клена ясенелистного выделена тотальная ДНК и проведен молекулярно-генетический анализ. Построены фореграммы амплифицированных образцов ДНК с использованием неканонических праймеров из группы ОРА. Статистический анализ был выполнен при использовании программного пакета Statistica. Метод полной связи показал два клада с Евклидовым расстоянием больше 6. Две группы образцов отличаются друг от друга по всему генетическому разнообразию в соответствии с используемым методом исследования RAPD диагностики. Выделяется три генетически разнородные группы образцов.

Новизна исследования:

- проведена инвентаризация мест произрастания клена ясенелистного в долинах рек;
- зафиксированы GPS-координаты всех выявленных местопроизрастаний клена ясенелистного;
- сделано описание состояния популяций клена ясенелистного (*Acer negundo* L.);
- на основании полевых исследований распространения инвазивных видов создано:
 - ✓ картографическая база данных современного распространения клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) в программе *OziExplorer*;
 - ✓ ГИС распространения клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) в программе *MapInfo*;

Научная значимость исследования подтверждена 7 актами внедрения в деятельность 6 учреждений:

– в образовательной процесс Витебского государственного университета имени П.М. Машерова, Белорусского государственного университета, Витебской государственной ордена «Знак Почета» академии ветеринарной медицины, Витебского государственного ордена «Дружба народов» медицинского университета.

– в практическую деятельность сектора кадастра растительного мира Института экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси и Витебского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Заключение. Впервые проведена полная инвентаризация мест произрастания опасного инвазивного вида клена ясенелистного, определены площади и возрастная структура, установлена его фитоценотическая роль. В результате проведенной работы

зафиксирован современный масштаб распространения Клёна ясенелистного (*Acer negundo* L.) в бассейне реки Западная Двина.

В бассейне р. Западная Двина в 2021-23 годы в ходе полевых работ выявлены и зафиксированы GPS-координаты 1113 мест произрастания инвазивного вида. По результатам полевых исследований создана картографическая база данных мест произрастания клена ясенелистного (КЯ) в программе *OziExplorer* и на платформе *MapInfo* создана ГИС распространения клена ясенелистного для 14-и административных районов Витебской области. Общая площадь зарослей клена ясенелистного 251,7275 га.

Процесс распространения инвазии клена ясенелистного в долинах рек развивается путем переноса семян вниз по реке из очагов первичной инвазии (взрослые старые деревья). Ниже по реке где сеянцам удалось внедриться в растительность возникают новые популяции клена ясенелистного (очаги вторичной инвазии).

Сделана комплексная оценка инвазионного потенциала клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) в бассейне реки Западная Двина и угрозы распространения инвазии на отдельных реках бассейна по пяти бальной системе.

В настоящее время, угроза инвазии клена ясенелистного на реках следующая:

- угроза распространения инвазии КЯ на р. Зап. Двина очень высокая. В долине реки зафиксировано 368 больших локалитета КЯ общей площадью 196, 668 га.
- угроза распространения инвазии КЯ на р. Усвяча малая. В долине реки зафиксировано 35 очагов, представляющих небольшие куртины КЯ.
- угроза распространения инвазии КЯ на р. Каспля средняя. В долине реки зафиксировано 169 мелких локалитетов представленных небольшими куртинами и одиночными деревьями разновозрастных клёнов (2,2952 га).
- угроза распространения инвазии КЯ на р. Лучеса малая. В бассейне Лучёсы зафиксировано 22 очага инвазии общей площадью 9463 м².
- угроза распространения инвазии КЯ на р. Кривинка малая (2 очага инвазии).
- угроза распространения инвазии КЯ на р. Улла на среднем уровне. От истока до устья зафиксировано 112 локалитетов КЯ общей площадью 7,833 га.
- угроза распространения инвазии КЯ на р. Туровлянка нет. Клен не выявлен. Затоплена пойма водохранилищем Полоцкой ГЭС.
- угроза распространения инвазии КЯ на р. Ушача малая. На 100 км реки выявлено всего 6 очагов, представляющих небольшие куртины старых плодоносящих и молодых кленов.
- угроза распространения инвазии КЯ на р. Нача малая. Выявлены 2 локалитета.
- угроза распространения инвазии КЯ на р. Дисна средняя. В долине зафиксировано 37 очагов инвазии (3,4053 га).

- угроза распространения инвазии КЯ на р. Усвяча малая. В долине реки зафиксировано 35 очагов, представляющих небольшие куртины КЯ.
- угроза распространения инвазии КЯ на р. Лужеснянка малая. Выявлено 4 очага инвазии в низовьях реки в окрестностях аг. Лужесно.
- угрозы распространения инвазии клена ясенелистного на р. Оболь нет. Выявлено всего 8 мест произрастания КЯ в нижнем течении реки.
- угроза распространения инвазии КЯ на р. Полота малая. Выявлены 2 локалитета.
- угроза распространения инвазии КЯ на р. Дрисса высокая. Зафиксировано 307 очагов инвазии КЯ общей площадью 38, 8569 га.
- угроза распространения инвазии КЯ на р. Нища малая. Зафиксировано 13 очагов инвазии площадью 4176 м².
- угроза распространения инвазии КЯ на р. Свольна средняя. Зафиксировано 15 очагов инвазии площадью 2,2237 м².
- угрозы распространения инвазии КЯ на р. Ужица нет. Клена ясенелистного в долине нет.
- угроза распространения инвазии КЯ на р. Сарьянка минимальная. В аг. Сарья зафиксирована группа молодых КЯ.
- угрозы распространения инвазии КЯ на р. Волта нет. Клена ясенелистного в долине нет.
- угрозы распространения инвазии КЯ на р. Вята нет. Клена ясенелистного в долине нет.
- угроза распространения инвазии КЯ на р. Друйка малая. Зафиксировано 12 очагов инвазии в долине реки, представляющих небольшие куртины разновозрастных КЯ.

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение.....	13
1	Инвазия клена ясенелистного в долине Западной Двины на территории Беларуси	21
2	Инвазия клена ясенелистного в бассейнах притоков Западной Двины.....	61
2.1	Распространение клена ясенелистного в бассейнах левобережных притоков Западной Двины	61
2.1.1	Инвазия Клена Ясенелистного в бассейне р. Каспля.....	61
2.1.2	Инвазия клена ясенелистного в бассейне реки Лучёса.....	69
2.1.3	Инвазия клена ясенелистного в бассейне реки Улла.....	72
2.1.4	Инвазия клена ясенелистного в бассейне реки Туровлянка.....	89
2.1.5	Инвазия клена ясенелистного в бассейне реки Ушача.....	91
2.1.6	Инвазия клена ясенелистного в бассейне реки Дисна.....	100
2.2	Инвазия клена ясенелистного в бассейнах правобережных притоков реки Западная Двина.....	107
2.2.1	Инвазия клена ясенелистного в бассейне реки Усвяча.....	107
2.2.2	Инвазия клена ясенелистного в бассейне реки Оболь.....	112
2.2.3	Инвазия клена ясенелистного в бассейне реки Дрисса.....	116
2.2.4	Инвазия клена ясенелистного в бассейне реки Сосница и др. притоков.....	175
2.2.5	Инвазия клена ясенелистного в бассейне реки Друйка.....	178
3	Использование RAPD-маркирования для анализа генетической гетерогенности образцов Клена ясенелистного.....	182
4	Оценка угрозы инвазии на реках в бассейне Западной Двины.....	188
	Заключение.....	205
	Список использованных источников.....	209

ВВЕДЕНИЕ

Клён ясенелистный (*Acer negundo* L.), является чужеродным инвазивным видом в Республике Беларусь и сопредельных государствах. Включён в «Перечень видов, которые оказывают вредное воздействие и (или) представляют угрозу биологическому разнообразию, жизни и здоровью граждан» (Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды от 10.01.2009 № 2), а также в «Перечень видов растений, распространение и численность которых подлежат регулированию» (Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 07.12.2016 № 1002). Клён ясенелистный угрожает сохранению биологического разнообразия на заселённых им территориях, а также наносит большой экологический, и в ближайшей перспективе будет наносить и экономический ущерб. В Беларуси известен в культуре со второй половины XVIII века, а указания о нахождении вида вне культуры относятся ко второй половине XIX века. В настоящее время в республике клён ясенелистный встречается по всей территории Беларуси, местами образуя значительные заросли, а в некоторых местах уже образует монодоминантные растительные сообщества. В климатических условиях Беларуси вполне морозостоек. В суровые зимы однолетние побеги повреждались морозами. Однако потепление климата, хорошо отразилось на развитии клёна ясенелистного, произрастающего в настоящее время в различных местообитаниях [1,2].

Инвазивные виды растений и животных представляют опасность для биоразнообразия экосистем, наносят экономический и экологический ущерб, а также вред здоровью человека. Мониторинг расселения этих видов, прогноз экспансии и попытка локализации и контроля очагов инвазии являются важной задачей экологической безопасности государства.

Цель исследования: выявить площадь распространения инвазивного вида Клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) с применением ГИС-технологий, оценить характер распространения Клена ясенелистного на изучаемой территории, выявить пути его проникновения в различные природные комплексы, дать комплексную оценку инвазивного потенциала Клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) в бассейне реки Западная Двина в пределах Беларуси.

Задачи исследования:

– с применением GPS-навигации и ГИС-технологий дать современную оценку распространения исследуемого чужеродного вида в бассейне реки Западная Двина на территории Витебской области, выявить пути проникновения в различные природные комплексы;

– составить прогноз расселения Клена ясенелистного на изученной территории исходя из путей его проникновения в природные и антропогенно-трансформированные экосистемы.

– собрать гербарий образцов различных морфологических форм из разных популяций (разных местопроизрастаний) и выделить тотальную ДНК для молекулярно-генетического изучения степени его полиморфизма.

– определить фитоценотическую роль этого инвазивного вида и установить влияние на трансформацию природных комплексов;

– оценить эффективность практикуемых мер по недопущению дальнейшего распространения Клена ясенелистного в природные и антропогенно-трансформированные экосистемы бассейна реки Западная Двина.

Материал и методы. Материалом исследования являлись очаги инвазии клена ясенелистного (КЯ) или клена американского (*Acer negundo* L.). Для разработки маршрута полевых исследований использовались географические карты, ведомственные данные Витебской областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды о местах произрастания клена, 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 и созданной ГИС распространения клена ясенелистного (*Acer negundo* L.).

Результаты и их обсуждение.

Выявление мест произрастания клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) в бассейне реки Западная Двина проходило в три этапа с 2021 по 2023 годы.

В 2021 году полевые работы проводилось в восточном регионе бассейна реки Западная Двина на территории 6-и районов Витебской области (Витебского, Бешенковичского, Сенненского, Городокского, Лепельского, Шумилинского). Выявлено 205 мест произрастания инвазивного вида. Общая площадь выявленных 2021 г. зарослей клена ясенелистного 104,8 га. Обследовалась долина р. Западная Двина от границы Российской Федерации в окрестностях г.п. Сураж на территории Витебского района до устья р. Улла (в аг. Улла) и долины притоков Двины:

– правый приток р. Усвяча от границы Российской Федерации до впадения в Западную Двину в окрестностях г.п. Сураж;

– левый приток р. Каспля от границы Российской Федерации до впадения в Западную Двину в г.п. Сураж;

– левый приток р. Лучеса от истока (оз. Зеленское, аг. Бабиновичи) до впадения в Двину, а также притоков Лучесы (р. Черницы с притоком Мошна и р. Суходровка);

– левый приток р. Улла на участке от истока (г. Лепель) до г. Чашники.

Обследованы малые притоки (малые реки): Витьба с притоком Сильница, Лужеснянка, Берёзка (приток р. Кривинки), Московка, Везунья, Зароновка, Островница, Черногостица, Шевинка, Язвинка, Санники, Сечна, Свечанка (приток Уллы).

В 2022 году выявление мест произрастания клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) проводилось в центральном регионе бассейна реки Западная Двина на территории 6-и районов Витебской области (Бешенковичского, Ушачского, Чашницкого, Шумилинского, Полоцкого). В ходе полевых работ обследована долина Западной Двины от устья малой реки Прудок (д. Убойно) до моста в г. Новополоцк. На изучаемом участке бассейна р. Западная Двина были обследованы долины правобережных притоков: р. Оболь с притоками, р. Сосница, р. Насилицкая, м.р. Пирутинская, р. Струнка с притоком Тросница, Полота. Обследованы левобережные притоки Двины: Кривинка, Улла (на участке течения от г.п. Чашники до впадения в Зап. Двину), Туровлянка, Ушача. Обследованы притоки Уллы: р. Лукомка, р. Усвейка, р. Свечанка.

В 2023 году выявление мест произрастания клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) проводилось на территории 8-и административных районов Витебской области (Полоцкого, Глубокского, Миорского, Шарковщинского, Браславского, Поставского, Россонского, Верхнедвинского). Обследовался западный регион бассейна реки Западная Двина от г. Новополоцк до границы с Латвией на территории Браславского района. В ходе полевых работ обследована долина Двины и ее притоков (Нача, Дисна, Дрисса, Ужица, Сарьянка, Волта, Вята, Друйка).

При обследовании бассейна рек на предмет произрастания инвазивного вида проверялись все населенные пункты, расположенные на реках и в непосредственной близости от них. Клен ясенелистный зафиксирован в озеленении 124 населённых пунктов.

В ходе полевых работ в обследованном регионе выявлено 1113 мест произрастания инвазивного вида клёна ясенелистного (*Acer negundo* L.) общей площадью 251,7275 га. Прибором спутниковой навигации *GARMIN GPSmap60CSx* зафиксированы GPS-координаты обнаруженных локалитетов клена, сделано их описание.

Для проведения инвентаризации и описания выявленных мест произрастания клена ясенелистного нами введены следующие понятия: очаг инвазии и локалитет.

Очаг инвазии – отдельный локалитет произрастания инвазивных растений. Это может быть одиночное дерево, группа деревьев, большая группа (куртина, полоса).

Локалитет – отдельный полигон в ГИС отображающий контур проективного покрытия отдельного очага инвазии. Показывает площадь инвазии.

Место произрастания инвазивных растений может включать в себя один очаг или состоять из нескольких соседних очагов расположенных в одной деревне.

Для описания и анализа выявленных очагов инвазии по форме и размеру разработана *классификация видов очагов: точечный очаг, куртина, разреженная полоса, сплошная полоса, прерывистая полоса.*

Для описания и анализа выявленных очагов инвазии по возрасту применена следующая классификация: *подрост, молодые, средневозрастные, разновозрастные, взрослые* (подробнее в гл. 4 Оценка угрозы...).

В бассейне правого притока р. Усвяча от границы Российской Федерации до впадения в Двину клен единично встречается в 3 деревнях в озеленении. В долине реки зафиксировано 35 локалитетов представленных небольшими куртинами и одиночными деревьями разновозрастных клёнов общей площадью 1,2245 га.

В бассейне левого притока р. Каспля от границы Российской Федерации до впадения в Западную Двину в г.п. Сураж клен единично встречается в 5 деревнях в долине реки зафиксировано 169 мелких локалитетов представленных небольшими куртинами и одиночными деревьями разновозрастных клёнов общей площадью 2,2952 га. На р. Вымнянка (приток Каспли) зафиксированы 12 локалитетов клёна в черте г.п. Яновичи.

Обследована долина р. Лучеса (левый приток Западной Двины) от истока (оз. Зеленское, аг. Бабиновичи) до устья в Витебске. В бассейне Лучесы зафиксировано 22 очага инвазии общей площадью 9463 м². На притоках Лучесы (Мошна, Черница, Суходровка) клена не выявлено. В бассейне Лучесы клен встречается единично в озеленении на территории 8 прибрежных деревень.

На р. Кривинка зафиксировано 2 локалитета клена.

Обследована долина р. Улла от истока (г. Лепель) до впадения в Западную Двину в аг. Улла. На участке реки от истока до г. Чашники зафиксированы 67 мест произрастания инвазивного вида, в 8 деревнях на берегах реки клен встречается в озеленении. На участке реки ниже г.п. Чашники река резко разворачивается на юг, ландшафты долины сильно меняются, пойма расширяется, до устья выявлено всего 33 места произрастания клёна. Площадь локалитетов уменьшается до одиночных деревьев и небольших куртин молодых деревьев. Происходит активное расселение клёна в верхнем и

среднем течении реки и внедрение новых точек инвазии в нижнем течении. На притоках Уллы (р. Лукомка, р. Усвейка, р. Свечанка) клен ясенелистный не выявлен.

Обследована долина р. Оболь от истока (оз. Езерище) до впадения в Западную Двину. В долине р. Оболь клен ясенелистный встречается редко, нами выявлено всего 8 мест произрастания клена ясенелистного в среднем и нижнем течении реки. Первые локалитеты клёна появляются в д. Толкачево, представляют собой единичные средневозрастные деревья или группы молодого подростка. Зафиксированы небольшие куртины в озеленении аг. Оболь. На протяжении последних 15 километров реки растительность поймы изменилась вследствие подъёма уровня воды после строительства в 2017 году Полоцкий ГЭС. На этом участке реки, прибрежные склоны вырубались, в настоящее время клен не встречается. На притоках р. Оболь (Чернуйка, Свина, Чернавка, Чернявка, Грязнуха, Выдрица, Усыса, Черница, Будовесь, Речица, Сучанка,) клен ясенелистный не выявлен. В бассейне р. Оболь клен ясенелистный единично встречается в озеленении трех н.н.: г. Городок (приток р. Усыса), г.п. Оболь, д. Суровни.

Обследована долина р. Ушачи от истока из Муруги (д. Заозерье) до впадения в Западную Двину (протяженность реки около 100 км). В бассейне реки Ушача зафиксировано 18 локалитетов общей площадью около 1 га, представленных небольшими куртинами и одиночными деревьями разновозрастных клёнов. Клен ясенелистный встречается в озеленении г. Ушачи и 9 сельских поселений (Большие Дольцы, Городец, Заполье, Стайки, Заскорки, Вишнёво, Латышки, Казюки, Хоттевичи).

Степень угрозы инвазии клена ясенелистного на реке Ушача малая. Несмотря на то, что клен встречается в озеленении в 10 деревнях, расположенных в долине реки, в пойму он не попадает и по реке не расселяется. На большей части течения берега реки имеют полосу зарастания тростником обыкновенным, который препятствует заселению клёном прибрежных склонов. Выявлено всего 18 локалитетов представленных небольшими куртинами и одиночными деревьями разновозрастных клёнов. Большая куртина клена ясенелистного находится в д. Заскорки Полоцкого района. Здесь старые клены растут по правому берегу реки. Обследованы основные притоки, малые реки Альзеница, Идута, Нежлевка, Крошенка. В долинах этих малых рек мест произрастания инвазивного клена не выявлено. На других реках Ушачского района (Дива, Туржец, Туровлянка) клена ясенелистного не выявлено.

Обследован бассейн р. Дисна и ее притоков. Клен ясенелистный в бассейне р. Дисна встречается очень редко, представленных небольшими куртинами и одиночными деревьями разновозрастных клёнов. Клен встречается в озеленении 7 н.п. (Шарковщина, Германовичи, Василины, Жуковщина, Новоселки, Бельки, Шарковщина, Дисна). Всего в

долине р. Дисна зафиксировано 37 очагов инвазии (отдельных локалитетов КЯ). На притоке Мнюта обнаружен 1 локалитет КЯ, на притоке Половица 2 локалитета.

Обследована долина р. Дрисса от истока в д. Перевоз Россонского района до устья в г. Верхнедвинск. Выявлено 307 очагов инвазии КЯ общей площадью 38, 8569 га. Клен встречается в 4 н.п. (Болбечино, Вольковичи, Янковичи, Верхнедвинск). Обследованы 2 крупных притока Дриссы (Свольна, Нища, Нещерда).

На притоке Свольна зафиксировано 15 локалитетов КЯ площадью 2,2237 м². В бассейне Свольны клен встречается в 5 н.п. (Голубово, Желтовщина, Заря, Лакисово, Свольно). Д. Голубово крупный очаг первичной инвазии (7 отдельных локалитетов) КЯ.

На притоке Нища зафиксировано 13 очагов инвазии площадью 4176 м². В бассейне Нищи клен встречается в 3 н.п. (Клястицы, Головчицы, Соколище). Клястицы очаг первичной инвазии КЯ. Отсюда начинается распространение инвазии КЯ вниз по реке.

На притоке Нещерда зафиксировано 2 малых очага инвазии в д. Долгоборье.

На р. Ужица клена ясенелистного на реке нет. В бассейне реки выявлено 1 место произрастания КЯ в д. Чернявщина, состоящее из 5 отдельных очагов инвазии. Место находится далеко от реки и семена клена в реку не попадают.

Обследована долина р. Сарьянка от госграницы (д. Защирино) до впадения в Двину в д. Устье. Клена ясенелистного на реке нет. В бассейне реки зафиксировано 1 место произрастания КЯ в аг. Сарья. Очаг инвазии представлен небольшой группой молодых КЯ, в реку клен пока не попал.

По результатам полевых исследований создана картографическая база данных мест произрастания клена ясенелистного в программе *OziExplorer* и на платформе *MapInfo* создана ГИС распространения клена ясенелистного для 14-и административных районов Витебской области.

В Витебском районе зафиксировано 351 место произрастания клена ясенелистного (КЯ) общей площадью 58,5 га (не включая Витебск). Клен ясенелистный встречается в озеленении 38 н.п. (п. Руба, Лужесно, Верховье, Тетёрки, Калиново, Лушиха, Низкоборье, Новосёлки, Пудать, Шипени, Демяхи, Орехи, Бригитполье, Сураж, Задубровье, Яновичи, Степная, Вальки, Дружная, Задетуни, Вымно, Слобода, Ивановково, Лемница, Пенкловичи, Максютки, Бельновичи, Бабиничи, Бороники, Новка, Сосновка, Замосточье, Савченки, Ляхи, Шарки, Новики, Краёво, Старое село.).

В Верхнедвинском районе зафиксировано 260 мест произрастания КЯ общей площадью 51,5146 га. Клен ясенелистный встречается в озеленении 14 н.п. (г. Верхнедвинск, Балины, Волынцы, Голубово, Дерновичи, Заря, Жовнино, Жуковщина, Переки, Сарья, Свольно, Тинковцы, Чернявщина, Чурилово).

В Полоцком районе зафиксировано 135 мест произрастания КЯ (44,7699 га). Клен ясенелистный встречается повсеместно в озеленении Полоцка и Новополоцка и небольшими очагами еще в 16 н.п. (Близница, Хоттевичи, Вишнёво, Латышки, Шматово, Лучно, Кирпиничи, Куптяны, Носилицы, Бояры, Горяне, Городище, Фольварок, Экиман-1, Слобода, Кулаково).

В Шумилинском районе выявлено 59 мест произрастания КЯ (31,0727 га). Клен встречается в озеленении 6 н.п. (г. Шумилино, Сиротино, Мишневичи, г.п. Оболь, Толкачево, Станислово). Очаги инвазии представлены небольшими куртинами и одиночными деревьями разновозрастных клёнов.

В Миорском районе зафиксировано 32 места произрастания КЯ (24,4090 га). Клен встречается в озеленении 8 н.п. (Миоры, Гвардейская, Дисна, Дригучи, Леанполь, Пересловка, Слобода, Узмены).

В Бешенковичском районе зафиксировано 49 мест произрастания КЯ (22,4287 га). Клен встречается в озеленении 6 н.п. (г.п. Бешенковичи, Большое Кривино, Бочейково, Клешино, Мартиново, Фролковичи). Очаги инвазии представлены небольшими куртинами и одиночными деревьями разновозрастных клёнов.

В Лепельском районе зафиксировано 41 место произрастания КЯ (4,05 га). Клен встречается в озеленении 6 н.п. (Лепель, Заслоново, Зорница, Межица, Старое Лядно, Ульяновка).

В Чашницком районе зафиксировано 49 мест произрастания (3,157 га). Клен встречается в 5 н.п. (г.п. Чашники, Иванск, Промыслы, Орешанки, Коптевичи).

В Шарковщинском районе зафиксировано 30 мест произрастания КЯ (2,4166 га). Клен встречается в озеленении 4 н.п. (Германовичи, Жуковщина, Шарковщина, Дисна).

В Россонском районе зафиксировано 78 мест произрастания КЯ (1,7476 га). Клен встречается в озеленении 8 н.п. (Россоны, Альбрехтово, Головчицы, Долгоборье, Клястицы, Селявщина, Соколище, Янковичи).

В Поставском районе зафиксировано 10 мест произрастания КЯ (10369 м²). Клен встречается в озеленении 4 н.п. (Бельки, Василины, Новоселки, Поставы)

В Ушачком районе зафиксировано 10 мест произрастания КЯ 9197 м². Клен ясенелистный встречается в озеленении г. Ушачи и 9 сельских поселений (Большие Дольцы, Городец, Заполье, Стайки, Заскорки, Вишнёво, Латышки, Казюки, Хоттевичи).

В Браславском районе 12 места произрастания КЯ (6694 м²). Клен встречается в озеленении 5 н.п. Друя, Друцк, Друйка, Гуторовщина, Слободка.

Из собранных образцов Клена ясенелистного выделена тотальная ДНК и проведен молекулярно-генетический анализ. Построены фореграммы амплифицированных

образцов ДНК с использованием неканонических праймеров из группы ОРА. Статистический анализ был выполнен при использовании программного пакета Statistica. Метод полной связи показал два клада с Евклидовым расстоянием больше 6. Две группы образцов отличаются друг от друга по всему генетическому разнообразию в соответствии с используемым методом исследования RAPD диагностики. Выделяется три генетически разнородные группы образцов.

Новизна исследования:

- проведена инвентаризация мест произрастания клена ясенелистного в долинах рек;
- зафиксированы GPS-координаты всех выявленных местопроизрастаний клена ясенелистного;
- сделано описание состояния популяций клена ясенелистного (*Acer negundo* L.);
- на основании полевых исследований распространения инвазивных видов создано:
 - ✓ картографическая база данных современного распространения клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) в программе *OziExplorer*;
 - ✓ ГИС распространения клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) в программе *MapInfo*;

Научная значимость исследования подтверждена 7 актами внедрения в деятельность 6 учреждений:

– в образовательной процесс Витебского государственного университета имени П.М. Машерова, Белорусского государственного университета, Витебской государственной ордена «Знак Почета» академии ветеринарной медицины, Витебского государственного ордена «Дружба народов» медицинского университета.

– в практическую деятельность сектора кадастра растительного мира Института экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси и Витебского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Черная книга флоры Беларуси: чужеродные вредоносные растения / Д.В. Дубовик [и др.]; под общ. ред. В.И. Парфенова, А.В. Пугачевского; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. Ботаники им. В.Ф. Купревича. – Минск: Беларуская навука, 2020. – 407 с.
2. Энциклапедыя прыроды Беларусі / Рэдкал.: І. П. Шамякін (гал. рэд.) і інш. – Мн.: БелСЭ, 1983. – Т. 1. Ааліты – Гасцінец. – С. 173. – 575 с.
3. Блакітная кніга Беларусі : Энциклапедыя / рэдкал.: Н. А. Дзісько і інш. – Мінск: БелЭн, 1994. – 415 с.
4. Природа Белоруссии: Популярная энциклопедия / Редкол.: И. П. Шамякин (гл. ред.) и др. – 2-е изд. – Мн.: БелСЭ им. П. Бровки, 1989. – 599 с.
5. Виноградова, Ю.К. Клен ясенелистный (*Acer negundo* L.): морфология, биология и оценка инвазивности / Ю.К.Виноградова, С.Р.Майоров, М.В.Костина. М: Тов. научн. изд. КМК. 2022. - 218 с.
6. Гусев, А.П. Воздействие *Acer negundo* L. на восстановительную сукцессию в ландшафтах Беларуси /А.П. Гусев, Н.С. Шпилевская, Д.В. Веселкин // Веснік ВДУ, 2017, № 1 (94). – С. 47 – 53.
7. Weising, K., Nybom, H., Wolff, K. and Meyer, W. 1995. DNA fingerprinting in plants and fungi. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL. 322 pp.
8. Zietkiewicz, E., Rafalski, A. and Labuda, D. 1994. Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR)-anchored polymerase chain reaction amplification. *Genomics* 20: 176–183.
9. Gardner, N. and Hokanson, S. C. 2005. Intersimple sequence repeat fingerprinting and genetic variation of Clematis cultivars and commercial germplasm. *HortScience* 40: 1982–1987.
10. Wang, Z., Weber, J. L., Zhong, G. and Tanksley, S. D. 1994. Survey of plant short tandem DNA repeats. *Theor. Appl. Genet.* 88: 1–6.
11. Qian, W., Ge, S. and Hong, D. Y. 2001. Genetic variation within and among populations of a wild rice *Oryza granulate* from China detected by RAPD and ISSR markers. *Theor. Appl. Genet.* 102: 440–449.
12. Reddy, P. M., Sarla, N. and Siddiq, E. A. 2002. Inter simple sequence repeat (ISSR) polymorphism and its application in plant breeding. *Euphytica* 128: 9–17.
13. Adams, R. P. and Rieseberg, L. H. 1998. The effects of nonhomology in RAPD bands on similarity and multivariate statistical ordination in Brassica and Helianthus. *Theor. Appl. Genet.* 97: 323–326.

14. Яхновец М.Н., Мержвинский Л.М. Влияние *Acer negundo* на флористический состав живого напочвенного покрова лесных сообществ в долине реки Пина // Сахаровские чтения 2023 года: экологические проблемы XXI века = Sakharov readings 2023: environmental problems of the XXI century: материалы 23-й международной научной конференции, 18–19 мая 2023 г., г. Минск, Республика Беларусь: в 2 ч. / Междунар. гос. экол. ин-т им. А. Д. Сахарова Бел. гос. ун-та; редкол.: А. Н. Батян [и др.]; под ред. д-ра б. н., доцента О. И. Родькина, к. т. н., доцента М. Г. Герменчук. – Минск: ИВЦ Минфина, 2023. – Ч. 2. – С. 103–108.