

КОЛЬСКИЙ
НАУЧНЫЙ
ЦЕНТР



Российская Академия Наук

СИСТЕМНЫЕ АДАПТАЦИИ РАСТЕНИЙ И ЛАНДШАФТНАЯ ТЕРАПИЯ НА КРАЙНЕМ СЕВЕРЕ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ
АДАПТАЦИИ ЧЕЛОВЕКА В АРКТИКЕ

В. К. Жиров, О. Б. Гонтарь, В. В. Мегорский

**СИСТЕМНЫЕ АДАПТАЦИИ РАСТЕНИЙ
И ЛАНДШАФТНАЯ ТЕРАПИЯ
НА КРАЙНЕМ СЕВЕРЕ**

Апатиты
Издательство Кольского научного центра
2024

УДК 573.7
ББК 28.708
Ж73

Печатается по решению Редакционного совета по книжным изданиям
ФИЦ КНЦ РАН.

Жиров, В. К.
Ж73 Системные адаптации растений и ландшафтная терапия на Крайнем Севере :
монография / В. К. Жиров, О. Б. Гонтарь, В. В. Мегорский. — Апатиты : Издательство
Кольского научного центра, 2024. — 155 с. : ил.

ISBN 978-5-91137-527-0

В монографии представлены общий для растений и человека принцип взаимоотношений адаптивных реакций и в формализованном виде вероятное связующее звено между ними — двумерный принцип взаимоотношений адаптивных реакций различных уровней, позволяющие приблизиться к пониманию тонких механизмов взаимодействия человека с растительным миром и наметить направление дальнейшего развития концепции ландшафтной терапии.

УДК 573.7
ББК 28.708

№ НИР FMEZ-2022-0012 «Изучение особенностей территориальной заболеваемости населения репродуктивного возраста в Арктической зоне Российской Федерации с выявлением факторов, воздействующих на основные функциональные системы организма, и разработки комплексных методов для снижения негативного воздействия экстремальных условий среды».

Научное издание
Редактор Е. Н. Еремеева
Технический редактор В. Ю. Жиганов

Подписано в печать 18.12.2024. Формат бумаги 70 × 108 1/16.
Усл. печ. л. 13,56. Заказ № 45. Тираж 300 экз.

Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр РАН».
184209, Апатиты, Мурманская область, ул. Ферсмана, 14.

ISBN 978-5-91137-527-0
doi:10.37614/978.5.91137.527.0

© Жиров В. К., Гонтарь О. Б.,
Мегорский В. В., 2024
© ФИЦ КНЦ РАН, 2024
© НИЦ МБП КНЦ РАН, 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|----|
| СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ..... | 6 |
| ВВЕДЕНИЕ..... | 7 |
| Глава 1. МЕТОДОЛОГИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ..... | 11 |
| 1.1. Категория целостности: холизм и редукционизм в проблеме адаптогенеза..... | 11 |
| 1.2. Многоуровневая организация и целостность биосистем..... | 13 |
| 1.3. Гипотетическая схема взаимодействия адаптаций и возможности ландшафтной терапии. Рабочая гипотеза и задачи исследования..... | 15 |
| 1.4. Методы и объекты исследования..... | 17 |
| 1.4.1. Материал для технологий ландшафтной терапии на Севере..... | 17 |
| 1.4.2. Исследования адаптаций деревьев и кустарников..... | 19 |
| 1.4.3. Исследования адаптаций зрительного восприятия у человека..... | 20 |
| Глава 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЦЕЛОСТНОСТИ, СТАРЕНИЯ И АДАПТАЦИЙ РАСТЕНИЙ..... | 27 |
| 2.1. Теория циклического старения и омоложения растений Н. П. Кренке..... | 27 |
| 2.2. Концепция двух стратегий адаптации растений О. А. Зауралова..... | 30 |
| 2.3. Возрастная изменчивость ассимилирующего аппарата..... | 30 |
| 2.3.1. Структурно-функциональная основа низших уровней: мембраны и свободнорадикальное окисление..... | 31 |
| 2.3.2. Ультраструктура хлоропластов..... | 33 |
| 2.3.3. Анатомические особенности листовой пластинки..... | 33 |
| 2.3.4. Морфологические особенности листовой пластинки..... | 34 |
| 2.3.5. Жизненная форма растений..... | 34 |
| Глава 3. ЦЕЛОСТНОСТЬ И АДАПТАЦИИ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ В СЕВЕРНЫХ УСЛОВИЯХ..... | 35 |
| 3.1. Дендроинтродуценты: целостность, зимостойкость и старение..... | 35 |
| 3.1.1. Возрастная изменчивость зимостойкости и фенолого-ростовых показателей перспективных видов..... | 36 |
| 3.1.1.1. Представители семейства <i>Berberidaceae</i> | 39 |
| 3.1.1.2. Род <i>Betula</i> | 44 |
| 3.1.1.3. Род <i>Crataegus</i> | 48 |
| 3.1.1.4. Род <i>Padus</i> | 53 |
| 3.1.1.5. Род <i>Ribes</i> | 57 |
| 3.1.1.6. Род <i>Sorbus</i> | 61 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 3.1.2. | Классификация интродуцентов по зимостойкости, фенологическим параметрам и характеру адаптации..... | 66 |
| 3.1.3. | Заключение..... | 70 |
| 3.2. | Дендроаборигены: целостность и «шунтирующие» связи..... | 71 |
| 3.2.1 | Мембранные структуры..... | 72 |
| 3.2.2. | Хлоропласты..... | 73 |
| 3.2.3. | Клетки и листья..... | 73 |
| 3.2.4. | Растительный организм..... | 74 |
| 3.2.5. | Популяция и фитоценоз..... | 74 |
| 3.2.6. | «Горизонтальные» и «вертикальные» взаимодействия..... | 75 |
| 3.2.7. | Заключение..... | 80 |
| 3.3. | Заключение по главе 3..... | 81 |
| Глава 4. | ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ ИНТРОДУЦЕНТОВ ПО ВОЗРАСТНОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ..... | 85 |
| Глава 5. | ЦЕЛОСТНОСТЬ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ ПРОСТРАНСТВА..... | 94 |
| 5.1. | Постановка проблемы..... | 94 |
| 5.2. | Джеймс Джером Гибсон. Объемлющий оптический строй как временной континуум пространственных форм..... | 95 |
| 5.3. | Отец Павел Флоренский. Обратная перспектива как пространственный континуум временных состояний..... | 97 |
| 5.4. | Целостность и пространственно-временной континуум зрительного восприятия. Синтез представлений Гибсона и Флоренского..... | 98 |
| 5.5. | Геометрическое разнообразие перцептивного пространства..... | 101 |
| 5.6. | Нарушения пространственного восприятия и психофизиологические эффекты..... | 103 |
| 5.6.1. | Клаустрофобия и агорафобия..... | 103 |
| 5.6.2. | Нарушения константности восприятия..... | 104 |
| 5.6.3. | Расщепление перцептивного образа..... | 104 |
| Глава 6. | ДРЕВНЯЯ ПРАКТИКА И СОВРЕМЕННЫЕ ДАННЫЕ О ДЕЙСТВИИ ЛАНДШАФТНОЙ ТЕРАПИИ НА ЗРИТЕЛЬНОЕ ВОСПРИЯТИЕ..... | 105 |
| 6.1. | Классика китайского ландшафтного искусства: система мастеров провинции Сучжоу..... | 105 |
| 6.2. | Современные подходы к созданию лечебных садово-парковых комплексов..... | 108 |
| 6.3. | Влияние внешних условий на геометрию перцептивного пространства..... | 109 |
| 6.3.1. | Сезонные изменения цвета листьев ландшафтообразующих растений..... | 110 |
| 6.3.2. | Верховая езда..... | 113 |
| 6.3.3. | Ландшафтная терапия..... | 124 |
| 6.3.3.1. | Подростки с психическими нарушениями..... | 124 |

| | |
|---|-----|
| 6.3.3.2. Взрослые мужчины с психическими нарушениями..... | 125 |
| 6.3.3.3. Психически здоровые мужчины и женщины..... | 129 |
| Глава 7. ЦЕЛОСТНОСТЬ И ПСИХОСОМАТИЧЕСКИЕ АДАПТАЦИИ ЧЕЛОВЕКА НА СЕВЕРЕ..... | 132 |
| 7.1. Представления о психосоматических расстройствах как основа целостного понимания адаптаций человеческого организма..... | 132 |
| 7.2. Действующая в России классификация заболеваний МКБ-10..... | 134 |
| 7.3. Психические расстройства и расстройства поведения (F00-F99, МКБ-10)..... | 135 |
| 7.4. Заключение по главе 7..... | 140 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ..... | 142 |
| ЛИТЕРАТУРА..... | 144 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ..... | 154 |

СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

АБК — абсцизовая кислота
АЛТ — арктическая ландшафтная терапия
ВОЗ — Всемирная организация здравоохранения
ДП — длина побегов
Кпр — коэффициент пространственного (перспективного) расширения
ЛТ — ландшафтная терапия
МДА — малоновый диальдегид
МКБ — Международная классификация болезней
МОПБ — Мурманская областная психиатрическая больница
НА — несущий алгоритм
НКВ — нарушения константности восприятия
НС — нервная система
ОВП — окончание периода вегетации (пожелтение листьев)
ОКР — обсессивно-компульсивное расстройство
ООП — окончание одревеснения побегов
ПАБСИ — Полярно-альпийский ботанический сад-институт
ПВП — продолжительность вегетационного периода
ПЗМР — простая зрительно-моторная реакция
ПНЖК — полиненасыщенные жирные кислоты
ПНИ — психоневрологический интернат
ПОЛ — перекисное окисление липидов
ПОП — продолжительность одревеснения побегов
ПР — показатель роста
ПРП — продолжительность роста побегов
ПСТ — пассивная садовая терапия
РДО — реакция на движущийся объект
СкОП — скорость одревеснения побегов
СкРП — скорость роста побегов
СО — суммарное отклонение
СРО — свободнорадикальное окисление
СТ — садовая терапия
ФВ — физиологический возраст
ФП — фенологические параметры
ФР — фенологический ритм
ФРП — фенолого-ростовые показатели
ЭТ — экологическая терапия

ВВЕДЕНИЕ

Последние годы во всем мире отмечены заметным ростом психических и неврологических заболеваний, которые получили значительное распространение среди представителей не только взрослого, но и детского населения. В нашей стране эта проблема приобрела особую актуальность в районах Крайнего Севера, где неблагоприятное действие экстремальных природных факторов Арктики нередко сочетается с возрастающим техногенным загрязнением (Белишева, 2014).

В XXI веке, когда освоение арктических регионов стало одним из ведущих направлений государственной политики России, необходимость их промышленно-экономического и демографического развития предъявляет повышенные требования к состоянию здоровья проживающих на их территориях гражданского населения и воинского контингента. Психические и неврологические заболевания, пусковым механизмом которых часто служит характерный для высоких широт «синдром полярного напряжения» (Хаснулин, 1998), приобретают в этой связи особенно важное значение.

Широкое распространение психоневрологических патологий вынуждает искать более совершенные подходы к их профилактике и лечению, вследствие чего в последнее время все большую популярность приобретают немедикаментозные методы, с помощью которых без побочных эффектов, которыми грешат практически все известные психотропные средства, можно обеспечить снижение психологической нагрузки в технологических помещениях, локальных зонах отдыха и санаторно-курортных комплексах.

В связи с этим обращают на себя внимание методы ландшафтной (экологической, пассивной садовой) терапии (ЭТ, ЛТ и ПСТ соответственно), использующие психофизиологические эффекты визуального восприятия растений вместе с пространством природных или искусственных мест их обитания.

Судя по сохранившимся историческим сведениям, методы ЛТ/ЭТ/ПСТ ведут свое начало от сакральных садов древних языческих центров Месопотамии, Египта, Греции, Индии и Китая (Голиков, 2017). К настоящему времени в Европе, на Ближнем Востоке и в Центральной Азии понимание их сакрального смысла практически утрачено, оно сохранилось только на Дальнем Востоке и в рудиментах коренных языческих культур Восточной Европы. В Западной Европе и Центральной России уже с XVIII века садово-парковая архитектура в основном ориентировалась на удовлетворение эстетических потребностей и создание определенного настроения у зрителей.

С конца XIX — начала XX века в США, а затем и в Западной Европе садовая терапия (СТ), включавшая активную и пассивную составляющие, получила новое развитие и сейчас в ряде стран Старого и Нового Света официально существует в качестве самостоятельного психотерапевтического направления. В Советском Союзе и России до недавнего времени методы СТ целенаправленно почти не применялись¹, однако за последние годы их популярность в нашей

¹ Среди отечественных учреждений, работавших в этом направлении, следует назвать ботанические сады Иркутского и Тверского государственных университетов, Никитский ботанический сад и Федеральный научный центр реабилитации инвалидов им. Г. А. Альбрехта; до недавнего времени — Полярно-альпийский ботанический сад-институт.

стране заметно выросла: увеличилось число заинтересованных учреждений и посвященных ей публикаций (Сизых и др., 2006; Гонтарь и др., 2010а, б; Копытин, Корт, 2013; Сизых и др., 2014; Святковская и др., 2015; Песков, Кузеванов, 2023)².

Ключевую роль в технологиях ЛГ играют растения — наиболее важная биологическая составляющая искусственных и природных ландшафтов. Общеизвестно, что значение растений для человека выходит далеко за рамки его материальных потребностей. Даже для современных городских жителей, давно утративших постоянную связь с живой природой, природные ландшафты и растительный мир продолжают оставаться важнейшими источниками душевного и физического здоровья. Об этом, в частности, свидетельствует широкая популярность любительского растениеводства, а профессия садовника (теперь — ландшафтного дизайнера) становится все более популярной и в последнее время приобретает уже достаточно высокий социальный статус.

Для большинства профессиональных ботаников и растениеводов растения — это не просто объекты научных исследований, это образ жизни, определенное мировоззрение, наконец, это — страсть. Общение с миром растений нередко связано с переживанием не менее интимных и глубоких чувств, чем при общении с животными. Основываясь на многолетнем практическом опыте, многие растениеводы не сомневаются в способности растений чувствовать человека и различать отдельных людей (Вольлебен, 2020). До сих пор это убеждение не подтверждено официальной наукой, хотя попытки сделать это на основе регистрации электрофизических эффектов у растений при контактах с человеком предпринимались неоднократно (Backster, 2003; Carroll, 2011; Horowitz et al., 1975).

Говоря о зрительном восприятии растений человеком, следует отметить, что для большинства людей они, по сравнению со многими (особенно беспозвоночными) животными, внешне выглядят гораздо более привлекательно. Очевидно, что эстетика высших (сосудистых) растений воспринимается подавляющим большинством людей, а беспозвоночных животных метамерных форм — только узкими специалистами.

В основном отношения людей с растениями складываются иначе, чем с животными: явные случаи негативного отношения к растениям чрезвычайно редки; гадливое же отношение к пресмыкающимся, земноводным, не говоря уже о многих представителях беспозвоночных, является практически нормой.

Особая эмоциональная атмосфера общения с растениями наиболее заметна в ботанических садах, где научная и практическая деятельность обычно сочетается с просветительской и образовательной. Последние занимают в них особое место еще с античных времен. Древние философы Платон и Аристотель читали свои лекции в садах при учебных заведениях, а в Средние века это вошло в традицию, которая до сих пор сохранилась в Великобритании.

Однако не только общей симпатией к растительным формам определяется эффективность ЛГ- и ПСТ-технологий. Несмотря на то, что, по общепринятой логике, геометрические особенности жилых и других человеческих построек с древности определялись свойствами ландшафта, доступностью строительных

² Важным шагом в этом направлении стала организация комиссии по фитореабилитации при Совете ботанических садов РФ в 2016 году.

материалов, климатическими и другими внешними условиями, в архитектурных традициях конкретного этноса всегда ощущалось действие некоего стороннего фактора³, действие которого можно было бы объяснить стремлением гармонизировать отношения среды обитания человека с природной средой (Гумилев, 2001), по меньшей мере на уровне визуального восприятия.

С начала 2000-х годов данный подход начал развиваться в сфере инженерной психологии, получив название «визуальной экологии» или «видеоэкологии» (Филин, 2002; Филин, 2006; Филин, Филина; 1989; Wilkins, 1995). По словам его создателя, В. А. Филина, «... видеоэкология базируется на законах зрительного восприятия. Глубокие внутренние связи объединяют видеоэкологию с искусствоведческой теорией, рассматривающей изобразительный язык как некую систему эстетических предпочтений, основанную на интуитивном отборе» (Филин, 2006).

По-видимому, визуальные контакты с определенным ландшафтом и растениями во время занятий не просто повышают эффективность обучения, корректируя психофизическое состояние студентов, но непосредственно воздействуют на формирование их личности. Так, по мнению академика Д. С. Лихачева (1988), разносторонний поэтический талант А. С. Пушкина во многом сформировался благодаря восприятию еще в юношеском возрасте разнообразных ландшафтно-архитектурных стилей граничащих с лицеем Александровского и Екатерининского парков Царского Села, а также расположенного неподалеку от них парка Павловского дворца, отразившему переход садово-парковых форм от регулярного (голландского) к пейзажному (английскому) стилю в конце XVIII — начале XIX века. Оно заметно повлияло на творчество великого поэта, в котором свободомыслие и барочная легкость парадоксально сочетаются с глубоким религиозным чувством и философским отношением к жизни, которые больше свойственны немолодым людям.

Это позволяет говорить о визуальной экологии как об экологическом направлении, тематически связанном, в частности, с формированием образовательной среды (Ищенко, 2021), близком к ландшафтной терапии⁴

Таким образом, исторический опыт общения человека с миром растений свидетельствует о том, что эти отношения никогда не ограничивались только его материальными интересами. Растения способны воздействовать на человека через структуры различных уровней своей организации — синтезируемые ими биоактивные соединения, эффекты которых исчерпывающе объясняются с официально принятой биохимической точки зрения; однако механизмы психосоматических эффектов, обусловленных зрительным восприятием растительных форм, до сих пор теоретически не обоснованы с позиций современной физиологии растений и человеческой психофизиологии.

Данная работа является одной из немногих к настоящему времени попыток приблизиться к пониманию этих эффектов на основе современных представлений о морфофизиологии растений и психофизиологии человека.

³ Попытка математического обоснования которого на основе поиска чисел Фибоначчи в архитектуре традиционных жилищ народов Севера и окружающих ландшафтах была недавно нами предпринята (Жиров и др., 2021).

⁴ Но, тем не менее, формально это различные области, так как невозможно строго разделить медицину и образование.

В ней обобщаются ранее опубликованные данные оригинальных исследований 2004–2022 годов, которые до 2018 года проводились в Полярно-альпийском ботаническом саду-институте, а затем — в Научно-исследовательском центре медико-биологических проблем адаптации человека в Арктике, а также неопубликованные материалы разных лет. Психологические эксперименты проводились на базе Мурманской областной психиатрической больницы (г. Апатиты), ряда специализированных социальных учреждений Мурманской области и Санкт-Петербургского психоневрологического интерната № 1 (г. Петергоф) с соблюдением законодательно установленных правил медицинской этики.

Глава 1. МЕТОДОЛОГИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1. Категория целостности: холизм и редукционизм в проблеме адаптогенеза

Как известно, методы экологической и ландшафтной терапии эффективны в отношении широкого спектра психосоматических заболеваний в качестве универсального средства, в целом повышающего адаптационные возможности человеческого организма (Баран, Никифоров, 2008; Труханов и др., 2013).

Поскольку и морфологическое разнообразие растений, и общий психофизический статус человека являются результатом взаимодействия адаптивных перестроек на разных уровнях их структурно-функциональной организации, методология ЛТ должна базироваться на представлениях о неспецифических **адаптациях** как **человека**, так и **растений** с одной стороны и о механизме, образующем функциональную связь между ними, — **зрительном восприятии пространства** — с другой. Непременным условием формализации этих отношений является **единая модальность** пространственного восприятия человека и системных адаптаций каждой из сторон на основе качества, в равной степени присущего всем трем функциям.

Это возможно при существовании **единого** принципа адаптивной вариабельности структур всех иерархических уровней человеческого и растительного организмов, при условии подчинения одной и той же закономерности всего существующего разнообразия форм зрительного восприятия пространства человеком.

Данное условие наиболее полно отражается в понятии **целостности**, определяемом как *«совокупность объектов, взаимодействие которых обуславливает наличие новых интегративных качеств, не свойственных образующим ее частям»* (Афанасьев, 1964). Важно, что при этом *«принцип целостности означает относительную независимость системы от среды, а также зависимость каждого элемента, свойства и отношения системы от его места, функции внутри целого...»* (Маркова, 2010). Однако целостность материального мира, равно как и представления о ней, относительны, согласно второй антиномии Иммануила Канта: *«каждая сложная субстанция состоит из простых частей — не существует ничего простого»* (Кант, 1964). Проблема целостности интересовала и современных ученых, в том числе члена-корреспондента РАН Г. С. Розенберга, в частности, применение системного подхода, когда системные параметры — сложность, целостность и устойчивость — рассматриваются как отражение эволюции и экологии фитоценозов (Миркин, Розенберг, 1978).

В методологии научных исследований проблема антиномий отразилась, например, в отношениях противоположных направлений холизма и редукционизма. С позиций первого, *«живые организмы отличаются от неживой природы особыми качествами, поэтому к биологическим объектам неприменимы полностью законы физики и химии, ...а в отличие от холизма, редукционизм... сводит живые объекты и процессы к физико-химическим закономерностям»* (Музрукова, Фандо, 2014). Поскольку решение антиномий

невозможно на уровне рационального мышления (Флоренский, 1999), любая попытка наглядного представления взаимоотношений их составляющих неминуемо искажает реальные отношения между ними.

Единственное рациональное решение антиномии волновой/корпускулярной природы электрона содержится в шуточном совете Нильса Бора своему ученику Вернеру Гейзенбергу преодолеть антиномический барьер синтеза этих двух взаимоисключающих моделей электрона путем «развертки» во времени: поочередно рассматривать их, часто сменяя одну другой (Кривовичев, 2022). Другими словами, данная антиномия решается, если связать ее оппозиции с разными этапами исследования или отнести их к разным научным школам, то есть разделить их либо по времени проведения научных исследований, либо в пространстве научной идеологии⁵.

Так, в ряде биологических и медико-биологических направлений это привело к устойчивому доминированию редукционистского подхода⁶, которому известный философ А. Г. Дугин (2023) придает значение одного из важнейших признаков современного кризиса методологии естественных наук. Поскольку в подавляющем большинстве случаев редукционизм отражает начальный, описательный этап развития естествознания, некоторые следствия его современного доминирования трудно назвать положительными.

Так, в медицинской науке обусловленное им дробление общих проблем на неопределенное число более мелких, частных, вопросов явно задержало развитие системных представлений о целостности человеческого организма и вообще живых систем, а в медицинской биологии — о взаимодействии психики и сомы в развитии патологических и адаптивных процессов. В итоге существенно выросло число узких специалистов⁷ и задержалось развитие методических подходов к лечению **соматоформных** расстройств (Тополянский, Струковская, 1986), которым до сих пор так и не нашлось места в Международной классификации болезней⁸. Несмотря на это, в медицинской науке и психологии со второй половины XX века заметно выросла роль исследований, основанных на холистическом понимании адаптаций и патогенеза человеческого организма на уровне отношений его соматических и психических структур (Коцюбинский, 2017; Алехин, Курпатов, 2019). Результаты этих работ дают основание рассматривать психофизиологическую изменчивость человеческого организма с точки зрения **целостности** систем разных уровней организации, то есть отношений **единого** и **множества**.

Возможности дальнейшего развития холистических позиций в физиологии человека XXI века определяются, во-первых, созданием необходимой теоретической базы, понятийный аппарат которой соответствовал бы не только описательной, но и системной логике этих исследований;

⁵ Серьезно говоря, именно такой способ фактически применяется в научных исследованиях, сочетающих редукционистские и холистические подходы. Однако такое равновесие неустойчиво и со временем одна из позиций непременно уступает лидирующее положение другой.

⁶ В частности, в клинической медицине, биологической систематике и биогеографии.

⁷ Вплоть до того, что даже хирурги начали делиться на оперирующих и неоперирующих.

⁸ Что неудивительно, если принять во внимание откровенно политически деструктивные позиции ВОЗ, особенно проявившиеся в МКБ одиннадцатого пересмотра.

во-вторых, возрождением методов и подходов различных направлений традиционной медицины, которые с древности создавались в различных этнических культурах на основе еще не поврежденного редукционизмом холистического мировоззрения. Практическим выражением одного из таких подходов в медицинской практике является **ландшафтная, в частности экологическая,** терапия.

1.2. Многоуровневая организация и целостность биосистем

Важную роль в холистическом понимании фундаментальных основ жизнедеятельности биологических систем играют представления об их многоуровневой организации, **целостность** которой обеспечивается как «горизонтальными», так и «вертикальными» связями. Если последние охватывают подсистемы разных уровней организации, они называются «шунтирующими» (Жиров и др., 2020).

Согласно этим представлениям, возможности **ландшафтной** терапии, продолжающей традиции различных направлений народной медицины, связаны с визуальным восприятием естественных или искусственных ландшафтов, а в более широком понимании — отдельных растений и животных или их комплексов. В последнем случае понятие ЛТ тесно соприкасается с понятием анималотерапии, отдельные области которой дифференцируются в зависимости от систематической принадлежности используемых при этом животных (Шеврыгин, Шеврыгина, 2013)⁹.

Последующее развитие данного подхода в русле холистических представлений архиепископа Луки (Войно-Ясенецкого) и его преемников (Святитель Лука, 2013) приводит к необходимости изучения механизмов, обеспечивающих активное воздействие зрительных образов различных биологических форм¹⁰ на психику и соматические структуры человеческого организма.

Несмотря на то, что к настоящему времени накоплен значительный объем данных об ответных реакциях биологических систем на действие неблагоприятных факторов внешней среды и уже десятки лет назад в этой области сделаны крупные теоретические обобщения, до сих пор так и не создана синтетическая теория адаптаций, которая дала бы возможность систематизировать многообразие адаптивных процессов, существующее на уровне не только целого организма, но и структур более низких,

⁹ Поставив во главу угла зрительное восприятие пространства, здесь и далее мы говорим только о ландшафтной терапии и ее синонимах, практически не затрагивая вопросов, связанных с анималотерапией, и других направлений (цветотерапии, арт-терапии и пр.).

¹⁰ И не только биологических. Вообще воздействие на психику человека зрительных образов различных пространственных форм хорошо известно во многих направлениях изобразительного искусства и широко используется в инженерной психологии и психиатрии, однако более подробный анализ психотропной активности неживых объектов с точки зрения геометрии перцептивного пространства пока не входил в задачи наших исследований. Во всяком случае, имеющиеся данные позволяют считать, что область ЛТ представляет только малую часть обширной области психосоматических отношений и значения для них основных принципов восприятия трехмерного пространства.

суборганизменных иерархий. По-видимому, сложность создания такой теории обусловлена, в частности, тем, что для современной биологической науки проблема выбора между редукционизмом и холизмом до сих пор принципиально не решена. Так как проблема адаптогенеза имеет непосредственное отношение к медицинской практике и сельскохозяйственному производству, в первую очередь требующих от фундаментальной науки практических решений, эти области должны включать в себя общие принципы отношений холистического и редукционистского подходов для конкретных типов биологических структур и их состояний. В этой связи особое значение приобретают взгляды о многоуровневой организации биологических систем и взаимоотношениях между их подсистемами.

Поскольку даже в пределах одного структурного уровня отдельные элементы живого организма в большей или меньшей степени специализированы, совмещение редукционизма и холизма в их исследованиях методологически не только оправдано, но и необходимо; однако преобладание редукционизма фактически замедляет интенсивное развитие конкретного направления, уводя его в экстенсивное русло. По-видимому, оптимальное сочетание этих подходов определяется уровнем развития представлений о функциональных связях исследуемых биологических объектов.

В зависимости от того, относятся ли взаимодействующие подсистемы к одному или к разным уровням организации, связи между ними можно обозначить, соответственно, как **горизонтальные** или **вертикальные**. Если вертикальные связи охватывают структуры нескольких иерархических уровней, то по аналогии с известным электротехническим устройством их логично назвать **шунтирующими**. Изучение шунтирующих связей по преимуществу является компетенцией холистической логики. У человека и высших животных они в основном обеспечиваются нервной, кровеносной и лимфатической, у высших растений — сосудисто-проводящей системами. Не исключено, что в формировании таких связей могут принимать участие и другие механизмы¹¹.

Судя по многообразию эффектов ландшафтной терапии, ее активность, охватывая структуры различных иерархических уровней, явно имеет системный характер. Вследствие этого представления о шунтирующих связях могут способствовать развитию синтетической теории адаптации биологических систем, послужив связующим звеном для других концепций, на основе которых она может быть построена¹².

¹¹ В частности, на возможное участие других систем человеческого организма в этих эффектах указывает опубликованное в 1965 году сообщение северокорейского ученого Ким Бон Хана (1965) о существовании в организме человека сети микроканалов «кенрак», геометрически повторяющей сеть энергетических меридианов, используемых в практике акупунктуры. Впоследствии в нашей стране эта теория была классифицирована как лженаучная, однако ее ошибочность, равно как и отсутствие системы кенрак у человека, до сих пор так и не были доказаны. К этому следует добавить, что в формировании вертикальных связей могут играть роль факторы другого происхождения, включая изменения структуры тканевой воды (Винниченко и др., 2009).

¹² В главе 2 кратко представлены наиболее важные из них.

1.3. Гипотетическая схема взаимодействия адаптаций и возможности ландшафтной терапии. Рабочая гипотеза и задачи исследования

Ранее мы указывали на то, что механизм ландшафтной терапии основан на зрительном восприятии разнообразных растительных форм или их композиций, вместе с рельефом образующих пространство лечебного ландшафта. В связи с этим было логично предположить, что именно зрительный образ, формирующийся при визуальном восприятии определенного ландшафта, играет роль пускового механизма каскада адаптивных реакций пациента.

Судя по разнообразию достигаемых эффектов (Бурно, 2006), активность ЛТ распространяется на структуры разных уровней человеческого организма, в совокупности определяющие его внешние особенности¹³. Поскольку морфологическое разнообразие живых организмов является результатом взаимодействия адаптивных перестроек структур всех нижележащих уровней, воспринимаемая зрительно¹⁴ часть отраженной от поверхности растения солнечной радиации содержит информацию не только о его внешнем облике, но и о структурах нижележащих уровней. Эта информация может быть активной по отношению к человеку только при условии онтологически реального существования универсальной системы адаптивных перестроек, взаимодействие которых создает известное разнообразие адаптаций живых многоклеточных систем, которому подчиняются организм и человека, и сосудистых растений¹⁵.

Универсальный характер организации живых организмов¹⁶, **структурно** организованных по «вертикали» в соответствии с последовательностью: надорганизменные структуры — организм — органы — ткани — клетки — органоиды клеток — мембранные структуры¹⁷, а **функционально** — с триадой (рис. 1) (Развитие..., 1972), дают основание предполагать, что структурно-функциональное единообразие адаптаций человека и растений может послужить основой объяснения многоуровневого характера эффектов ЛТ.

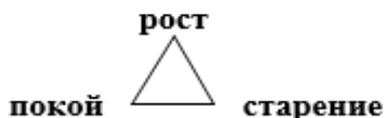


Рис. 1. Функциональная организация живых организмов

¹³ Более того, согласно этногенетической теории Л. Н. Гумилева (2001) форма ландшафта определяет не только морфологические, но и психоэмоциональные качества представителей аборигенного населения.

¹⁴ Или с помощью других перцептивных механизмов.

¹⁵ В прошлом веке к формализации такой системы близко подошел известный физиолог растений О. А. Зауралов (1981), выделивший в разнообразных адаптациях растений активный и пассивный типы.

¹⁶ За исключением вирусов.

¹⁷ Вопрос о надорганизменных структурах у растений и животных непосредственно к этой проблеме не относится, так как посвящен терапевтическому воздействию на одного человека, а не на коллектив, и в данном контексте имеет, скорее, методологический, а не биологический смысл.

Такое объяснение заслуживает внимания при соблюдении условий:
– реального существования и возможности формализации единого принципа адаптивной изменчивости биологических структур разных уровней организации;
– однотипности у растений и человека формализованного выражения этого принципа;
– его однотипности с общей схемой варибельности зрительного¹⁸ восприятия человеком трехмерного пространства.

Обобщим эти соображения в виде следующей **рабочей гипотезы**.

1. Технологии ЛТ повышают адаптивные возможности человека, усиливая функциональную целостность его организма, благодаря активизации межуровневых (шунтирующих) связей, способствующих развитию неспецифических адаптаций у структур различных уровней организации сосудистых растений и человека.

2. Воспринятый зрительными и рецепторами других взаимодействующих со зрением сенсомоторных систем¹⁹ данный принцип отражается в унимодальных схемах: а) возможных взаимоотношений между основными формами адаптивных реакций кодируемой в **несущем алгоритме**²⁰ ЛТ; б) кривой возрастной изменчивости Н. П. Кренке (1940), имеющей общебиологический смысл (Кренке, 1940). Зрительное восприятие является главным²¹ каналом связи организма пациента с объектами ЛТ, обеспечивающим получение им адаптогенной информации в виде зрительного образа морфологических признаков отдельных растений или ландшафтного комплекса.

3. Анализ совокупности этих признаков в затылочных областях коры головного мозга формализует зрительный образ до унимодального несущего алгоритма ЛТ. Ключевую роль в этом процессе могут играть геометрические особенности перцептивного пространства, в частности изменчивость его пространственной перспективы, способные проявлять не только физиологическую, но и психотропную активность²².

4. Информация, полученная пациентом в виде **несущего алгоритма**, транслируется в специфичные для структур конкретных уровней организации **управляющие алгоритмы**, ответственные за формирование адаптивной реакции соответствующей иерархии.

На данном этапе нашего исследования для подтверждения справедливости этих предположений было необходимо выяснить и классифицировать разнообразие:

(1) морфофизиологических особенностей интродуцированных и аборигенных растений, которые могут проявлять адаптогенную активность по отношению к человеку в условиях Крайнего Севера;

¹⁸ По меньшей мере.

¹⁹ Хорошо известно, что положение тела в пространстве, кроме зрения, фиксируется также слухом, обонянием и другими чувствами, до сих пор науке не известными. В частности, у рыб в осуществлении этой функции важную роль играют рецепторы до сих пор малоизученной боковой линии.

²⁰ Данное определение представляется нам наиболее подходящим для единой формы кода, в которой комплексная информация передается от растения к человеку.

²¹ На уровне и в пределах границ наших современных биологических знаний.

²² Впервые эта мысль была высказана священником Павлом Флоренским (1999) и совсем недавно — А. И. Копытиным, Б. Корт (2013) и Ю. Н. Голубчиковым (2014).

(2) архитектуры традиционных садово-парковых ландшафтов с установленными психотропными свойствами, а также

(3) геометрических особенностей зрительного образа, формирующегося у лиц различного психосоматического статуса, с оценкой

(4) возможностей его коррекции через изменение цвета и пространственной перспективы визуально воспринимаемого объекта.

Исследования, посвященные прямому адаптогенному действию ЛТ на психосоматические структуры организма человека, станут завершающим этапом нашей работы и, по всей видимости, предметом нашего следующего обобщения.

1.4. Методы и объекты исследования

1.4.1. Материал для технологий ландшафтной терапии на Севере

Многовековой опыт ландшафтного искусства свидетельствует о том, что в основе психологических эффектов садово-парковых комплексов и естественных ландшафтов (Сокольская, 2022; Голосова, 2008), до относительно недавнего времени входивших в компетенцию изобразительного искусства, а не естественных наук (Флоренский, 1993), лежит зрительное восприятие пространства (Флоренский, 1999; Раушенбах, 1980; Гончаров, 2009), ключевую роль в системном характере воздействия которого играют геометрические свойства формирующегося при этом перцептивного образа, передающие трехмерный характер воспринимаемого объекта с помощью перспективы.

Во всем многообразии ее видов, используемых в живописи и ландшафтной архитектуре, основное психофизическое значение традиционно придается обратной, аксонометрической и прямой перспективам (Раушенбах, 1980; Гончаров, 2009). При моделировании ландшафтного пространства (Голосова, 2008) его психотропные эффекты достигаются сложным сочетанием этих видов перспектив, для чего обычно используются объекты разных размеров, находящиеся от наблюдателя на различном расстоянии.

Структура кроны, ее размеры, характер ветвления и морфологические особенности листьев используемых в ландшафтном дизайне растений, определяют их общие очертания, а на близком расстоянии прямо влияют на характер перспективы зрительного образа. Поскольку высокая морфологическая вариабельность растений в конечном счете отражает многообразие адаптивных перестроек на организменном и органном уровнях их структурной организации, психотропные свойства садово-парковых и естественных комплексов являются непосредственным отражением формобразующих растительных адаптаций.

Так как основную роль в лечебных ландшафтах играют древесные и кустарниковые растения, а по их морфофизиологическому разнообразию и внешней привлекательности регионы с холодным климатом заметно уступают регионам умеренного (тем более теплого) климата, именно последние являются главным источником интродуцированных видов, пригодных для конструирования психотропных садов на Крайнем Севере. Вместе с тем, в последнее время ландшафтная терапия наиболее востребована в промышленно развитых районах Крайнего Севера, где антропогенные нарушения природной среды и естественных ландшафтов наиболее заметны. Характерным примером такого региона является Мурманская область.

Необходимость использования в программах ландшафтной терапии разнообразных растений в условиях, сочетающих климатические особенности Крайнего Севера с техногенным загрязнением, предъявляет повышенные требования к адапционным возможностям используемого посадочного материала. Однако даже с учетом этого оценка его ценности для ЛТ-технологий представляет более сложную задачу, чем в стандартных работах по интродукции растений, так как психотропные свойства конкретных видов и их композиций определяются не только устойчивостью к действию экстремальных факторов внешней среды, от которой зависит долговечность, продуктивность и эстетичность насаждений в целом, но и возможностями направленного действия на пациента в соответствии с особенностями его психоневрологических нарушений.

Хотя аборигенные деревья и кустарники, очевидно, более устойчивы в этих условиях по сравнению с интродуцентами, они нередко проигрывают последним по декоративности. Однако в Мурманской области и других северных регионах в течение долгого времени именно эти растения служили основным озеленительным материалом, и многолетний опыт работы с ними дает основание использования аборигенов в курсах ЛТ наряду с интродуцентами.

Разработка принципов отбора растительных объектов, перспективных для развития терапевтического садоводства на Крайнем Севере, прежде всего потребовала обобщения полученных ранее данных об устойчивости дендроинтродуцентов и дендроаборигенов к действию естественных и антропогенных факторов заполярной среды, а также данных об адаптивных изменениях внешнего облика этих растений, способных повлиять на терапевтические эффекты их зрительного восприятия.

Обобщение концепций, изложенных в разделах 2.1–2.3, позволило привести вариабельность **целостности, адаптивных возможностей и физиологического возраста** древесных и кустарниковых растений в экстремальных условиях Мурманской области к единой классификационной схеме, формализующей основные принципы их взаимоотношений. Фактическим материалом для этого послужили результаты многолетних оригинальных исследований возрастной изменчивости морфофизиологических параметров интродуцированных деревьев и кустарников в экологически относительно чистых условиях, а также комплекса биохимических, цитологических, морфологических и геоботанических параметров местных растений в градиенте промышленного загрязнения природной среды отходами медно-никелевого производства в Мончегорском районе Мурманской области.

В 1991–2019 годы эти исследования проводились на базе Полярно-альпийского ботанического сада-института, а с 2020 года по настоящее время — Научно-исследовательского центра медико-биологических проблем адаптации человека в Арктике Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр РАН».

Результаты практических и теоретических исследований, послуживших основой создания двумерных классификационных схем адаптивной изменчивости деревьев и кустарников представлены в главе 3, разнообразия форм зрительного восприятия человека — в главе 5, психосоматических расстройств — в главе 7 настоящей монографии.

1.4.2. Исследования адаптаций деревьев и кустарников

Объектами ботанических исследований служили древесные и кустарниковые растения 27 видов, принадлежащие 4 семействам, обитающие в северных и горных районах Евразии и Северной Америки, интродуцированные в ПАБСИ с 1976 года. Подробное описание объектов дано в работе В. К. Жирова и О. Б. Гонтарь (2011). Все исследованные объекты — декоративные и плодово-ягодные дендроинтродуценты, которые могут использоваться не только для местного озеленения и садоводства, но и для проведения курсов ЛТ. Они были представлены 5 жизненными формами по шкале И. Г. Серебрякова (1962) — деревьями лесного типа, деревьями лесостепного или плодового типов, деревьями кустарникового типа, простратными и прямостоячими кустарниками — и относились к 5 климатическим группам (табл. 1).

Зимостойкость растений различных климатических групп²³ Таблица 1

| Видовое название | Климатогруппа | | Зимостойкость, баллы |
|--------------------------------------|----------------------------------|------------------------|----------------------|
| | по естественному распространению | по происхождению семян | |
| <i>Betula tianschanica</i> | 4 | 4 | I |
| <i>Padus asiatica</i> | 1 | 1 | I |
| <i>Sorbus semipinnata</i> | 3 | 3 | I |
| <i>S. aucuparia</i> | 1 | 4 | I |
| <i>Cataegus dahurica</i> | 4 | 5 | I (II) |
| <i>C. douglasii</i> | 1 | 5 | I (II) |
| <i>C. submollis</i> | 1 | 3 | I (II) |
| <i>Padus borealis</i> | 1 | 1 | I (II) |
| <i>Ribes carpaticum</i> | 2 | 2 | I (II) |
| <i>Sorbus scopulina</i> | 1 | 3 | I (II) |
| <i>Berberis integerrima</i> | 4 | 1 | I (III) |
| <i>Mahonia aquifolium*</i> | 1 | 3 | I (III) |
| <i>Padus virginiana</i> | 1 | 3 | I (III) |
| <i>Ribes alpinum</i> | 2 | 4 | I (III) |
| <i>R. komarovii</i> | 4 | 4 | I (III) |
| <i>Betula exilis</i> | 1 | 1 | I (IV) |
| <i>B. pendula</i> | 1 | 1 | I (IV) |
| <i>Berberis vulgaris</i> | 3 | 3 | II (III) |
| <i>Ribes glaciale*</i> | 4 | 5 | II (III) |
| <i>Berberis franciskiferdinandii</i> | 4 | 3 | II (IV) |
| <i>R. oxyacanthoides*</i> | 1 | 1 | II (IV) |
| <i>R. oxyacanthoides*</i> | 4 | 4 | II (V) |
| <i>Sorbus turkestanica*</i> | 3 | 3 | II (V) |
| <i>Beberis. canadensis</i> | 4 | 3 | II (VI) |
| <i>Betula utilis*</i> | 4 | 3 | II (VI) |
| <i>Padus pensylvanica</i> | 1 | 1 | II (VI) |
| <i>Crataegus canadensis*</i> | 1 | 5 | III (VI) |
| <i>Berberis lycium*</i> | 4 | 1 | III (VI) |

Примечания: 1. Знаком * отмечены виды, которые в отдельные годы не успевают завершить рост и одревеснение побегов.
2. В графе «Степень зимостойкости» в скобках приведены ее минимальные значения за период исследования.

²³ Непосредственно определяющая возможности и эффективность использования растений в ЛТ-технологиях.

В основу данного раздела были положены результаты биометрического анализа, оценки зимостойкости и наблюдений за сроками наступления фенофаз на основании фенолого-ростовых показателей (ФРП) представителей различных видов древесных и кустарниковых растений, произрастающих на дендрарии северных и высокогорных видов ПАБСИ. Выбор объектов определялся внутривидовой изменчивостью зимостойкости растений, разнообразием происхождения семенного материала и естественных ареалов исследуемых видов и жизненных форм (Жиров, Гонтарь, 2011). Достоверность коэффициента корреляции определялась в зависимости от объема выборки (Зайцев, 1990) для доверительного уровня $P1' = 0,95$.

1.4.3. Исследования адаптаций зрительного восприятия у человека

Объектами изучения особенностей зрительного восприятия человека служили:

– 13 физически и психически здоровых женщин и мужчин 1965–1991 годов рождения;

– 15 подростков женского пола, воспитанниц конного клуба «Ласточка» г. Кировска Мурманской области, которые были разделены на 3 группы по возрасту, эмоциональному статусу и опыту верховой езды: 1) возрастная категория (лет) — 10–13 (№№ 1–3, 5–9, 15); 14–16 (№№ 4, 10–14); 2) эмоциональный статус — лабильные (№№ 3, 6, 10, 12, 14, 15); монотонные (№№ 1, 2, 4, 5, 7–9, 11, 13); 3) опыт верховой езды (месяцев) — малый (2), №№ 1–4; средний (14), №№ 5–9; продолжительный (26), №№ 10–15;

– 16 пациентов мужского пола в возрасте 25–45 лет 10-го отделения Мурманской областной психиатрической больницы (МОПБ), г. Апатиты;

– 15 пациентов мужского и женского пола 17–20-лет 1-го Психоневрологического интерната (ПНИ) Санкт-Петербурга, г. Петергоф.

Исследования проводились в соответствии с Хельсинской декларацией, соответствовали международным этическим нормам проведения медико-биологических исследований.

Во всех исследованиях пространственного восприятия использовался стандартный графический тест (Гончаров, 2007) по изображению трехмерной фигуры куба. Эта фигура наиболее часто используется для подобных исследований (Yellott, Kaiwi, 1979). Испытуемым предлагали нарисовать куб со стороной 10 см, изготовленный из плотной бумаги спокойного светло-зеленого цвета. В предварительных опытах было выяснено, что в случаях сложных психических расстройств пациенты не всегда способны изображать другие фигуры, в частности цилиндры. По-видимому, отсутствие граней полностью дезориентировало их пространственное восприятие, вследствие чего они изображали цилиндры в двух измерениях в форме кругов, что исключало возможность соответствующей обработки данных экспериментов. Пациенты рисовали расположенный на высоте глаз куб на различном удалении: 50, 100, 150, 200 и 300 см.

При обработке экспериментальных данных измерялась высота наиболее удаленной и приближенной граней каждого нарисованного куба, после чего рассчитывался коэффициент перспективного (пространственного) расширения (Кпр) по формуле:

$$k = (H_d - H_b) / H_{\min},$$

где H_d — высота дальней грани; H_b — высота ближней грани; H_{\min} — высота меньшей из этих двух граней.

Положительные величины коэффициента перспективного восприятия свидетельствуют о перспективном расширении перцептивного образа изображаемой фигуры, то есть об обратной перспективе изображения, отрицательные — о его перспективном сжатии, или о прямой (линейной, ренессансной) перспективе. Обычно коэффициент перспективного расширения выражают в процентах. Так, $k = 0,175$ свидетельствует о том, что дальняя грань изображения куба выше ближней на 17,5 %.

Эти данные были визуализированы в форме оцифрованной фотографии²⁴ реального дерева березы пушистой (рис. 2), культивируемого на территории экспериментального участка Полярно-альпийского ботанического сада-института (г. Апатиты Мурманской области) и послужившего основой для размещения его электронного образа с изменяющимися размерами в виртуальном пространстве, имитирующими его восприятие в различных (линейной и обратной) перспективах.



Рис. 2. Компьютерная модель реального растения березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh S. L.), использованная в психологических экспериментах

В результате по числу испытуемых МОПБ было получено 13 изображений, каждое из которых повторялось в трех вариантах, имитирующих различные стадии вегетационного развития этих растений (от фазы созревания листьев до их осеннего старения), соответственно, ярко-зеленого, желтого и бурого цветов (рис. 3).

²⁴ Работы по цифровому моделированию фотографий используемых объектов были выполнены П. А. Маурчевой.

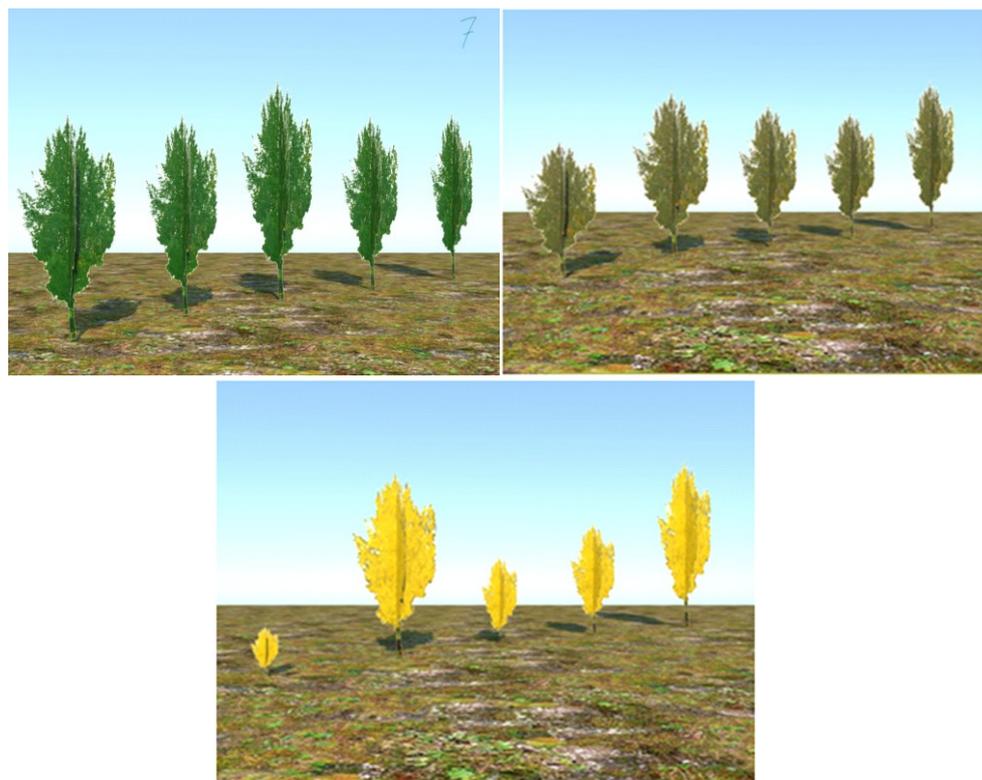


Рис. 3. Компьютерные модели того же растения, расположение и соотношение размеров которых соответствуют геометрическим особенностям перцептивного пространства одного из испытуемых. Окраска моделей колориметрически сходна с окраской листьев в начале, конце лета и в начале осени

Ранее, в течение летнего сезона 2018 года, на разных стадиях вегетации (в первых декадах июля, августа и сентября) в листьях растений березы, послужившей впоследствии виртуальной моделью для визуализации геометрических особенностей перцептивного пространства испытуемых, был проведен спектрофотометрический анализ содержания суммы хлорофиллов и каротиноидов, определяющих окраску листьев, которой приблизительно соответствовал цвет виртуальной модели. Расположение моделей в виртуальном пространстве и их размеры отвечали чередованию различных типов перспективы пациентов МОПБ, которые были выявлены в перцептивном пространстве испытуемых.

Испытуемым было предложено выбрать из всего набора 13 моделей каждого из цветов три наиболее понравившихся образа, причем один в качестве основного и два дополнительных, включая модель, построенную на основе геометрических особенностей собственного восприятия. Тест проводился пятикратно на одном и том же наборе изображений, причем последовательность предъявляемых изображений каждый раз менялась. Для анализа полученных результатов использовали суммы коэффициентов пространственного расширения Кпр по каждому тестовому изображению.

Диагнозы пациентов МОПБ — биполярное расстройство и шизофрения различных типов. Все они являлись осужденными и в результате совершенных ими криминальных действий по приговору суда направлены на принудительное психиатрическое лечение. Для участия в исследовании были отобраны наиболее спокойные пациенты без патологий зрения. В целях соблюдения принципов медицинской этики и действующего законодательства анонимность участников обеспечивалась присвоением им индивидуальных номеров, под которыми они значатся в протоколах и других документах исследования.

Краткая психологическая характеристика испытуемых МОПБ²⁵:

1. Эмоционально неустойчив, вспыльчив, раздражителен.
2. Эмоционально устойчив, речевой контакт продуктивный. Критические и прогностические функции личности снижены.
3. Эмоционально неустойчив, ригиден, рассудителен, мнителен. Незрелость суждений.
4. Интеллект снижен. Склонен к рассудительству.
5. Эмоционально неустойчив, критические и прогностические функции нарушены.
6. Мышление дезорганизовано. Эмоционально тускл, монотипен, насторожен, недоверчив. Во взаимоотношениях с другими проявляет неуверенность.
7. Пассивен. Однофазен в эмоциях и поведении. Эмоционально-волевой дефект.
8. Без грубых нарушений мышления. Эмоционально неустойчив, собственные способности переоценивает.
9. Выраженные структурные нарушения мышления по шизофреническому типу в виде разноплановости и разнонаправленности. Эмоционально выхолощен.
10. Эмоционально неустойчив. Не грубо выраженное паранойяльное мышление.
11. Выраженный интеллектуальный дефект. Ведомый, внушаемый, подчиняемый.
12. Выраженный интеллектуальный дефект. Ведомый, внушаемый, подчиняемый.
13. Выраженный интеллектуальный дефект. Ведомый, внушаемый, подчиняемый.
14. Умственное отставание. Вспыльчивый, импульсивный.
15. Легкая умственная отсталость. Экстравертированный.
16. Интеллектуально сохранный, нерешительный, ведомый.

Все пациенты были поделены лечащим врачом на 4 группы: 1 — эмоционально монотонные; 2 — интеллектуально сохранные, эмоционально неустойчивые; 3 — интеллектуально недостаточные; 4 — с выраженной умственной отсталостью. В качестве контрольной группы были отобраны работники нашей лаборатории, соответствующие задачам исследования по гендерному и возрастному состояниям, не страдающие психическими нарушениями и не имеющие патологий зрения.

²⁵ По заключению лечащего врача, заведующего 10-м отделением МОПБ, В. В. Абрамова.

Принадлежность к определенному психотипу психически здоровых испытуемых определяли по методикам Спилберга — Ханина и Овчинникова (Клиорин, Чтецов, 1979).

При интерпретации результатов тестирования по Спилбергу — Ханину использовали следующие ориентировочные оценки тревожности:

- до 30 баллов — низкая;
- 31–44 балла — умеренная;
- 45 и более — высокая.

Для интерпретации показателей теста Люшера использовали следующие ориентировочные оценки психоэмоционального состояния (уровень стресса) по суммарному отклонению от аутогенной нормы (СО):

20 — преобладание отрицательных эмоций. Доминируют плохое настроение и неприятные переживания. Плохое настроение свидетельствует о нарушении адаптационного процесса, о наличии проблем, которые пациент не может преодолеть самостоятельно;

10 — эмоциональное состояние в норме. Адаптация протекает в целом нормально;

0 — преобладание положительных эмоций. Пациент весел, счастлив, настроен оптимистично, пребывает в состоянии эйфории.

Лабильность нервной системы (НС) оценивали по Теппинг-тесту, при этом использовали следующие показатели (табл. 2).

Таблица 2

Шкала оценки лабильности нервной системы

| Количество точек в первом квадрате | Баллы | Уровень лабильности |
|------------------------------------|-------|---------------------|
| 14 и менее | 1 | Низкий |
| 15–25 | 2 | Низкий |
| 26–29 | 3 | Ниже среднего |
| 30–31 | 4 | Ниже среднего |
| 32–34 | 5 | Средний |
| 35–37 | 6 | Средний |
| 38–40 | 7 | Выше среднего |
| 41–43 | 8 | Выше среднего |
| 44–46 | 9 | Высокий |
| 47 и более | 10 | Высокий |

Группа объектов (Гр.) 1 — низкий уровень стресса при низкой ситуативной и умеренной личностной тревожности; психотип по тесту Спилберга — Ханина не определен, по Овчинниковой — психастенический (педантичный) радикал, уровень лабильности НС средний (5 баллов);

Гр. 2 — низкий уровень стресса при низкой ситуативной и личностной тревожности, психотип по тесту Спилберга — Ханина не определен, по Овчинниковой — маниакальный (гипертивный) радикал, уровень лабильности НС выше среднего (7 баллов);

Гр. 3 — низкий уровень стресса при умеренной ситуативной и личностной тревожности; флегматики, уровень лабильности НС высокий (9 баллов);

Гр. 4 — нормальное эмоциональное состояние (средний уровень стресса) при умеренной ситуативной и высокой личностной тревожности; преобладание признаков меланхолика, уровень лабильности НС средний (6 баллов);

Гр. 5 — высокий уровень стресса при умеренной ситуативной и личностной тревожности; ближе к холерикам, уровень лабильности НС средний (5 баллов).

Для определения действия арктической ландшафтнoй терапии (АЛТ) на когнитивные функции были выбраны методики «Память на числа» (для оценки кратковременной памяти), «Шкала приборов» (для исследования зрительного восприятия), «Память на образы» (для оценки кратковременной зрительной памяти) и «Реакция на движущийся объект» (РДО) (для измерения уравновешенности нервных процессов, то есть степени сбалансированности процессов возбуждения и торможения по силе при зрительном восприятии) (НС-Психотест, 2019).

Алгоритм проведения профилактических и лечебных курсов арктической ландшафтнoй терапии состоит из двух частей: в первой представлена методика составления индивидуального методического «ключа» для формирования комплекса ландшафтнoх образов, определения оптимальной последовательности и продолжительности их демонстрации во время сеанса АЛТ. Вторая представляет последовательность действий при проведении сеанса АЛТ с учетом индивидуальных особенностей пациента.

1. Алгоритм формирования индивидуального методического ключа АЛТ.

1.1. Сбор предварительных сведений о пациенте по результатам:

1.1.1. опроса о текущем состоянии здоровья, перенесенных заболеваниях, условиях труда и быта, хронических заболеваниях близких родственников;

1.1.2. анкетирования по предпочитаемым формам пространственной организации и цветовой гаммы ландшафтов (оригинальная методика) (Гонтарь и др., 2024).

1.2. Антропометрическое обследование пациента (Никитюк, Чтецов, 1983; Mosteller, 1987) для определения соматотипа.

1.3. Психофизиологическое обследование с оценкой:

1.3.1. темперамента личности (по Айзенку EPQ, «Шкала эмоциональной возбудимости»);

1.3.2. текущего функционального состояния организма (по вариабельности ритма сердца);

1.3.3. сложных сенсомоторных реакций и свойств нервных процессов (по простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР) и «Реакции различения»);

1.3.4. моторных способностей (силы нервных процессов, лабильности и выносливости) для оценки общей работоспособности (по Теппинг-тесту);

1.3.5. психического состояния (по методу «САН»);

1.3.6. уровня ситуативной и личностной тревожности (по Спилбергеру — Ханину);

1.3.7. ситуативного и долговременного состояния психики (по тесту Люшера) (НС-Психотест, 2019);

1.3.8. кратковременной памяти (по методике «Память на числа»);

1.3.9. зрительного восприятия (по методике «Шкала приборов»);

1.3.10. кратковременной зрительной памяти (по методике «Память на образы»);

- 1.3.11. прочности хранения информации на основе уравновешенности нервных процессов, то есть степени сбалансированности процессов возбуждения и торможения по силе при зрительном восприятии (по методике «Реакция на движущийся объект» (РДО)).
- 1.4. Определение геометрических особенностей зрительного образа пространства, воспринимаемого пациентом, до и после сеанса АЛТ, затем 1 раз в неделю на протяжении 30 дней в первой половине дня (по О. А. Гончарову (2009)).
- 1.5. Электроэнцефалографическое обследование пациента во время сеанса АЛТ с выявлением наиболее привлекательных или отвергаемых форм пространственной организации и цветовой гаммы ландшафта.
- 1.6. Классификация пациентов по совокупности выявленных признаков по пунктам 1.1–1.5.
- 1.7. Составление индивидуального методического «ключа» для формирования комплекса ландшафтных образов, определения оптимальной последовательности и продолжительности их демонстрации во время сеанса АЛТ согласно пункту 1.6.
2. Алгоритм собственно сеанса АЛТ.
- 2.1. Определение систематической принадлежности пациента согласно пункту 1.6. по данным его:
- 2.1.1. опроса и анкетирования;
 - 2.1.2. антропометрического обследования;
 - 2.1.3. психофизиологического обследования;
 - 2.1.4. индивидуальных параметров пространственного восприятия согласно пункту 1.4.
- 2.2. Поочередная демонстрация изображений, подобранных согласно содержанию его индивидуального методического ключа (пункт 1.6).

При решении задачи компенсации выраженных расстройств когнитивных функций в пунктах 1.3.3–1.3.5 изменяют на пункты 1.3.8–1.3.11 диагностики памяти.

Индивидуальными характеристиками памяти человека являются объем запоминаемой информации, скорость запоминания и прочность хранения информации. Объем памяти — это число объектов, которые человек может вспомнить после их восприятия. Объем кратковременной памяти варьирует и составляет от 5 до 9 объектов, объем долговременной памяти теоретически не ограничен. Скорость запоминания информации измеряется количеством времени, необходимым для ее запоминания.

Скорость запоминания информации, обратно пропорциональная скорости ее забывания, связана с особенностями нервной системы данного человека, в том числе с типом его темперамента, а потому является высокой у холериков и сангвиников и низкой у флегматиков и меланхоликов. Прочность хранения информации определяется уравновешенностью нервных процессов, вследствие чего для сангвиников и флегматиков характерны ее высокие значения, а для холериков и меланхоликов — низкие (Мерлин, 1964).

Полученные цифровые данные обрабатывались по стандартным статистическим программам. Достоверность различий между сравниваемыми вариантами опыта оценивалась по критерию Стьюдента при 5 %-м уровне значимости.

Глава 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЦЕЛОСТНОСТИ, СТАРЕНИЯ И АДАПТАЦИЙ РАСТЕНИЙ

Поскольку структурно-функциональная варибельность растений и животных на отдельных иерархических уровнях традиционно обозначается понятиями модальности разных структурных иерархий, в основе единого для них семантического «знаменателя» должны лежать представления об универсальной для всех уровней организации основе их изменений.

Как указывалось ранее (подраздел 1.1), требованию единой модальности у различных биологических систем отвечает понятие их **целостности** (Афанасьев, 1964), имеющей выраженную временную зависимость, как у растений (Кренке, 1940), так и у животных, и человека (Чернов, 1963). В связи с этим в дальнейшем мы будем использовать и другое унимодальное понятие **старения** в более общем понимании — **возрастной изменчивости, физиологического (биологического) возраста**, или **возрастности** (Кренке, 1940; Чернов, 1963). С этой точки зрения в дальнейшем будут рассматриваться как данные других авторов (разделы 2.2–2.4), так и результаты оригинальных исследований (главы 3–5).

2.1. Теория циклического старения и омоложения растений Н. П. Кренке

Серьезные перспективы дальнейшего развития представлений в этой области имеет классическая, но к настоящему времени незаслуженно забытая теория Н. П. Кренке «О циклическом старении и омоложении растений» (1940), связывающая их морфологическое разнообразие с возрастной изменчивостью. Проблеме старения и возрастных модификаций в целом автор теории придавал фундаментальное значение как универсальной основе морфофизиологического разнообразия растений и главного связующего звена между изменениями состояний их внешней и внутренней сред. Теория «Циклического старения и омоложения» не была закончена вследствие ранней смерти ее автора, однако дополнения и более поздние к ней комментарии (Чернов, 1963) свидетельствуют о том, что данная проблема может иметь более широкий смысл и относиться не только к органному и организменному, но и к другим уровням структурной организации растений, то есть фактически иметь общебиологическое значение. Важной особенностью теории Н. П. Кренке является то, что, согласно ей, «...необходимо строго различать два понятия *возраста*... *Собственный возраст части растения — это срок, протекавший с момента ее заложения до рассматриваемого момента. Общий же возраст той же части определяется ее собственным возрастом и возрастом материнского индивидуума в целом к моменту заложения рассматриваемого его элемента. Возрастностью же — именуется реальная жизнеспособность индивидуума и его частей в рассматриваемый момент, что обычно не стоит в полной корреляции с календарным*

их возрастом. Поэтому физиологически точнее говорить о собственной и общей возрастности частей индивидуума». (Кренке, 1940)²⁶.

Уравнивание понятий метамерной и возрастной вариабельности позволяет Н. П. Кренке сформулировать главный принцип своей теории — цикличности возрастных изменений как следствия образования новых элементов стареющей биосистемы. Ниже (рис. 4) по его работе (1940) приводится типичная форма возрастной кривой.

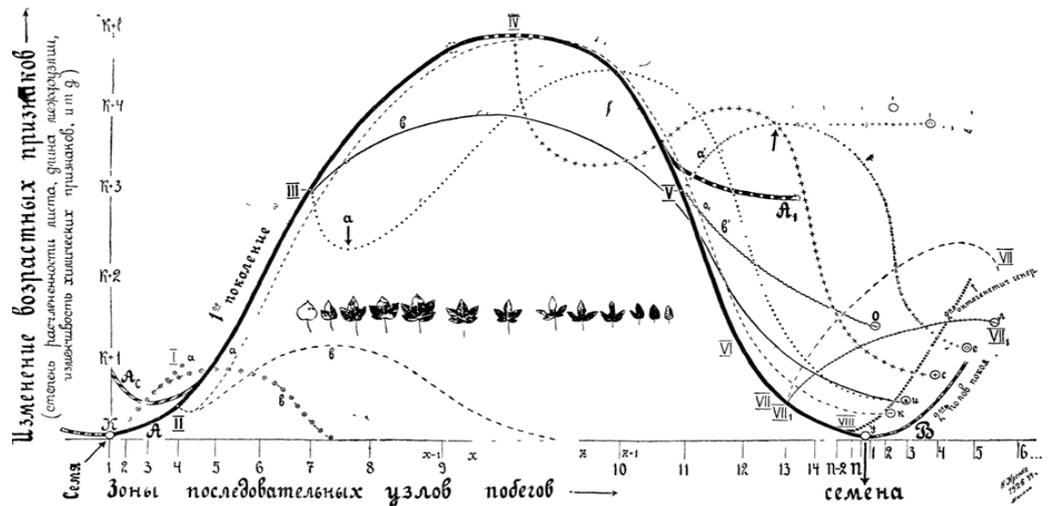


Рис. 4. Универсальная кривая возрастной (метамерной) изменчивости (на примере листьев растений хлопчатника). По Н. П. Кренке (1940)

Особое место в «Теории циклического старения и омоложения растений» занимает проблема связи процессов старения с эффектами **кластеризации** (деления, расщепления) биологических структур, хорошо известными в ботанической науке и наиболее отчетливо проявляющимися при интродукции растений — переселении их в новые места обитания. Наиболее часто в новых условиях эти эффекты наблюдаются на уровне:

- организма — децентрализация жизненной формы в ряду: дерево — кустарник — кустарничек — лиана — травянистая форма;
- органов (листьев) — усложнение формы, рассечение листовой пластинки;
- тканей листьев — уплотнение сосудисто-проводящей системы;
- клеток — уменьшение размеров и увеличение их числа;
- мембран — усложнения системы разветвленных внутренних мембран энергопреобразующих органоидов (тилакоидов пластид, крист митохондрий).

²⁶ Позднее это подтвердилось в физиологии человека и животных с появлением понятия биологического возраста — аналога физиологического возраста, или возрастности, растений (Психологический..., 2006). До сих пор далеко не всем биологам понятно, что в своей теории Н. П. Кренке затронул фундаментальную проблему отношений физического мира со временем, в определенном смысле проделав в ботанике путь А. Эйнштейна в физике и В. И. Вернадского в геологии.

Аналогичные эффекты можно наблюдать на более высоких (надорганизменных) уровнях организации, причем в большинстве случаев они связаны с появлением разнообразных переходных форм.

Даже при изучении возрастной изменчивости только на уровне отдельных побегов древесных и кустарниковых растений с хорошо выраженной метамерией, Н. П. Кренке обнаружил, что «как на восходящей, так и на нисходящей ветвях возрастной кривой главного побега, боковые побеги в начале своего развития отображают (но не повторяют) некоторое предшествующее состояние того же возрастного признака на главном побеге». Вот как Н. П. Кренке доказывает единство поведения боковых побегов: «...Видно, что указанная кривая III-а, отходящая от восходящей ветви основной (жирной) кривой сначала опускается, т. е. вначале — на боковом побеге некоторый данный возрастной признак показывает меньшее его количественное выражение, чем тот же признак в зоне III главного побега (т. е. в зоне подпирающего боковой побег — листа главного побега). В то же время — кривая V-а', идущая от нисходящей ветви основной (жирной) кривой, — вначале показывает увеличение того же возрастного признака по сравнению с его величиной на главном побеге в зоне V. Налицо явная противоположность выражения возрастного признака не только на восходящей и нисходящей ветвях главного побега (здесь противоположность направления изменчивости), но и прямая противоположность в начале боковых его ответвлений... В чем же единство поведения боковых побегов? Но ведь предшествующее выражение возрастного признака, как правило, есть более молодое его выражение. Отсюда выступает яркое единство по существу противоположного поведения возрастных кривых III-а и V-а' в их начале... Именно: пазушные побеги на восходящей и нисходящей ветвях возрастной кривой главного побега в начале своего развития претерпевают омоложение, но выражение этого омоложения противоположно» (Кренке, 1940).

Таким образом, деление (расщепление, кластеризация) биологических структур выполняет омолаживающую и достаточно часто адаптивную функцию, в которой локальное снижение возрастности, или, по Г. Н. Чернову (1963), «физиологического возраста», является ее биологической основой²⁷. Важно, что, согласно теории Н. П. Кренке, кластеризация всегда связана с локальным снижением физиологического возраста, но в зависимости от уровня организации расщепляющейся структуры и ее положения на восходящей или нисходящей ветвях кривой возрастной изменчивости, предшествующего эффекту кластеризации, общий физиологический эффект может быть существенно различным. Если на восходящей ветви сдвиг по шкале физиологического возраста дочерних кластеров (побегов второго порядка) в противоположную основному направлению сторону способствует проявлению у них ювенильных признаков, то есть замедляет созревание, то на нисходящей ветви — замедляет их старение.

Общефизиологический смысл этих эффектов становится более понятным, если рассмотреть точку зрения О. А. Зауралова (1981) о двух стратегиях адаптации у растений.

²⁷ Вопрос о том, как этот принцип реализуется у человека, будет подробно рассмотрен в результатах следующего этапа данного исследования (глава 7).

2.2. Концепция двух стратегий адаптации растений О. А. Зауралова

Более 30 лет назад в физиологии растений О. А. Заураловым была сформулирована концепция, подразделяющая всё известное разнообразие адаптаций к неблагоприятным условиям на две — активную и пассивную — стратегии, различающиеся по интенсивности метаболизма и энергообмена и, соответственно, скорости роста и развития (Зауралов, 1981). Поскольку активация обмена веществ и энергии не может не коррелировать с повышением уровня интегрированности биологической системы, последующее развитие этих представлений позволило связать данную оппозицию с представлениями о целостности растительного организма как о важнейшем факторе его устойчивости (Жиров и др., 2007). Очевидно, что адаптации активного типа являются функцией высокого, а пассивные низкого уровней интегрированности внутренних систем организма, то есть связаны с повышением или понижением уровня целостности организма. Этот принцип распространяется и на адаптации иерархически более сложных — надорганизменных — структур.

В зоологии эти взгляды менее популярны, чем в ботанике, поскольку объекты физиологии животных в основном относятся к высшим (хордовым) представителям этого царства, отличающимся от растений существенно более высокой целостностью²⁸.

Несмотря на то, что адаптивные перестройки биологических структур различных уровней организации достаточно хорошо изучены, вопрос об их взаимоотношениях до сих пор практически не освещался в литературе. Однако он представляется весьма важным для понимания фундаментальных основ адаптогенеза, поскольку «многоэтажность» конструкции любой биосистемы предполагает и относительную независимость каждого из уровней ее структурной иерархии. Комплексное изучение адаптаций с этой точки зрения дает, кроме того, возможность более четкого определения самого этого понятия. В результате отсутствия «многоуровневого» подхода в оценке взаимодействия процессов повреждения и адаптации, граница между ними до сих пор выглядит не вполне отчетливо.

2.3. Возрастная изменчивость ассимилирующего аппарата

С точки зрения роли шунтирующих связей в поддержании целостности и адаптациях биосистем, теоретические позиции Н. П. Кренке и О. А. Зауралова взаимно дополняют друг друга, отражая роль старения в формообразовании растительных организмов и их составляющих с одной стороны и активности процессов жизнедеятельности с другой.

Согласно теории циклического старения и омоложения растений (Кренке, 1940), общий принцип антиномических отношений **старения** и **омоложения**, структурно выраженный оппозицией усложнения геометрической формы — сохранения ее целостности на различных — от субклеточных до надорганизменных — уровнях организации растений, распространяется

²⁸ За исключением примитивных сидячих форм, в частности губок и многих кишечнополостных.

и на соответствующие функции²⁹. Поскольку у растений структурно и функционально наиболее лабильным является ассимилирующий аппарат, структура системы по определению отражает устойчивую упорядоченность ее элементов и связей, а в функции проявляются ее качества и свойства, очевидно, что именно в фотосинтезирующих системах наиболее отчетливо проявляются особенности структурно-функциональных отношений.

Имеющиеся в литературе данные позволяют анализировать изменения структур, ответственных за фотосинтез следующих уровней организации у сосудистых растений: органоидный (мембранные системы пластид), тканевой (анатомические особенности ассимилирующих и проводящих тканей) и органной (размеры и форма листьев как основных фотосинтезирующих органов). Поскольку универсальной для всех клеточных форм жизни структурой являются биологические мембраны, а универсальным механизмом их повреждения — свободнорадикальное окисление (СРО) липидных и других молекулярных компонентов, содержащих ненасыщенные связи (Владимиров, Арчаков, 1972), трансформации этих структур при участии СРО логично рассматривать как низшие в структурно-функциональной иерархии клеточных биосистем, в частности растительных организмов.

2.3.1. Структурно-функциональная основа низших уровней: мембраны и свободнорадикальное окисление

Универсальный план строения биологических мембран как основа структурного единообразия всех живых систем (от бактерий до человека) на субклеточных уровнях организации определяет универсальный характер и неспецифичность механизма их повреждений по отношению к вызвавшему их фактору. В кислородной среде ключевым звеном этого механизма является активация (восстановление или формирование синглетного состояния) молекулярного кислорода и, собственно, свободнорадикальное окисление (СРО), в том числе перекисное окисление липидов (ПОЛ), использующее в качестве субстратов полиненасыщенные жирные кислоты (Владимиров, Арчаков, 1972).

Уже более 40 лет назад в литературе были широко представлены факты, подтверждающие идею об универсальном характере ПОЛ как молекулярной основы стрессовых состояний биологических систем (Halliwell, 1979), которая имеет непосредственное отношение к обсуждаемой здесь проблеме, механизмам старения (Harman, 1956). На ранних стадиях развития повреждающего процесса защита от него, соответственно, также имеет неспецифический характер и направлена на тушение активных форм кислорода специализированными ферментами или низкомолекулярными соединениями, конкурирующими за кислород с физиологически важными молекулами, а также на элиминирование токсических продуктов их окислительного катаболизма (Мерзляк, Жиров, 1990).

С другой стороны, определенный уровень активности СРО является необходимым условием жизнедеятельности клетки, так как эти процессы играют ключевую роль в синтезе ряда гормональных соединений (Firm, Friend, 1972;

²⁹ Что позволило ее автору прогнозировать возрастные изменения биохимических свойств ряда сельскохозяйственных культур.

Galliard, Chan, 1980; Yang, 1974), инактивации токсических соединений и регуляции митотической активности (Журавлев, 1982), а также имеют фундаментальное биологическое значение в качестве биохимической основы старения и возрастных изменений в целом (Канунго, 1982; Прайор, 1979).

Нормальная жизнедеятельность клетки обеспечивается сложным комплексом про- и антиоксидантных систем, поддерживающим активность свободнорадикального окисления на физиологическом уровне. Под действием внешних повреждающих факторов баланс между активностями СРО и его ингибирования может смещаться в сторону окисления, что и является основой так называемых «кислородных» повреждений (Журавлев, 1982).

До начала 80-х гг. прошедшего столетия в литературе, посвященной физиолого-биохимическим основам стресса и адаптации растений, существовали непосредственно не связанные между собой представления о неспецифической устойчивости растений (Петровская-Баранова, 1983), универсальном физиологическом значении процессов СРО как биохимического механизма стресса (Журавлев, 1982), а также об адаптивных функциях ненасыщенных липидов в низкотемпературных условиях (Lyons, 1972, 1973). В целом для этого периода было характерным заметное возрастание интереса к биохимическим аспектам проблемы старения (Канунго, 1982), благодаря чему она приблизилась к проблеме биологической роли СРО.

Учитывая классические представления Н. П. Кренке (1940) о возрастной зависимости ответных реакций растительного организма на действие экстремальных факторов внешней среды, а также фундаментальную роль СРО в процессах старения (Канунго, 1982), можно было предполагать, что возрастной статус растения оказывает влияние на характер взаимоотношений составляющих этих оппозиций. Таким образом, изучение роли процессов СРО в формировании патологических и адаптивных реакций на экстремальные условия внешней среды в контексте возрастной изменчивости представлялось одним из перспективных путей дальнейшего развития представлений о неспецифических механизмах повреждения и устойчивости растений. В связи с этим представляло интерес систематизировать и обосновать эти взгляды, используя современную концепцию об универсальной биологической роли свободнорадикального окисления (Журавлев, 1982).

Иерархически наименее высокое положение мембран относительно ультраструктур пластид и клеток, строения тканей и органов вместе с общебиологическими эффектами СРО свидетельствует о важной роли, которую может играть окислительная деградация этих структур в функционировании шунтирующих связей (Жиров и др., 2020). Можно думать, что их изучение послужит стимулом для возвращения к идеям Н. П. Кренке и О. А. Зауралова и для их последующего развития на основе современных представлений о системных адаптациях растений и животных. Необходимым условием этого является комплексная оценка общих принципов возрастной изменчивости энерготрансформирующ структур различных уровней организации, в частности ассимилирующего аппарата у растений.

2.3.2. Ультраструктура хлоропластов

Как известно, важной особенностью строения хлоропластов является наличие двух типов тилакоидов, которые, в зависимости от плотности их взаиморасположения и размеров, разделяются на тилакоиды стромы и гран (Каплан, Арнтцен, 1987). Биохимические различия между гранами и ламеллами стромы в основном связаны с более высоким содержанием белков и меньшим — ацилсодержащих липидов, а также с более высокой концентрацией хлорофилла б и меньшей — каротинов в первом случае. При этом практически все ксантофиллы содержатся в гранах (Каплан, Арнтцен, 1987).

Физиологические различия между гранами и ламеллами стромы подробно изучались Х. Лихтенталлером с сотрудниками в связи с реакциями хлоропластов на действие света различной интенсивности (Grumbach, Lichtenthaller, 1982; Lichtenthaller, 1979, 1981). Этими авторами было показано, что интенсивное освещение приводит к формированию хлоропластов с преобладанием ламелл стромы, а теневые условия — гран. В целом тилакоиды стромы более эффективно усваивают солнечную радиацию и лучше защищены от световых повреждений, чем тилакоиды гран.

Поскольку фотодеструкция хлоропластов представляет собой универсальный тип повреждений этих структур, который, согласно распространенному мнению, у зеленых растений опосредует повреждающее действие других неблагоприятных факторов (Мерзляк, Погосян, 1986, 1988), перестройка их ультраструктуры является универсальной адаптивной реакцией органоидного уровня. В этом смысле формирование хлоропластов «светового» типа с преобладанием ламелл стромы имеет более глубокое физиологическое значение, чем просто адаптация к интенсивному освещению.

По результатам исследований многих авторов, одним из основных феноменов старения хлоропластов является разрушение ламелл и образование глобулярных частиц — пластоглобул (Shaw, Manocha, 1965; Butler, 1967; Butler, Simon, 1971; Huber, Newman, 1976), по-видимому, преимущественно за счет ламелл стромы. В результате количество гран на ранних стадиях старения пластид возрастает (Shaw, Manocha, 1965). На более поздних стадиях наблюдается распад гранальных структур (Hudak, 1981).

Таким образом, установленные микроскопическими исследованиями возрастные модификации ультраструктуры пластид (увеличение количества гран и его последующее уменьшение) соответствуют общей форме возрастных изменений по Н. П. Кренке (1940). Это подтвердили результаты более поздних исследований, связывающих ультраструктуру пластид с определенным характером развития свободнорадикального окисления мембранных липидов и возможностями синтеза важнейшего адаптогенного гормона — абсцизовой кислоты (АБК) в результате окисления ксантофиллов (Жиров и др., 2001).

2.3.3. Анатомические особенности листовой пластинки

Одной из наиболее подробных работ по возрастной изменчивости анатомии листовой пластинки по-прежнему остается классическая монография В. Р. Заленского (1904). По его данным, с увеличением ярусности в пределах побега ширина и средний диаметр клеток верхнего и нижнего эпидермиса листа уменьшаются. Аналогичные данные были получены этим автором при изучении метамерной изменчивости размеров клеток палисадной и губчатой паренхимы.

Кроме того, В. Р. Заленским было показано, что листья более высоких ярусов отличаются и более густой сетью сосудисто-проводящей системы при меньшем объеме межклеточных пространств.

В соответствии со сформулированными выше предположениями о характере взаимоотношений между размерами и числом энергопреобразующих фотосинтезирующих единиц различной структурной иерархии, данные В. Р. Заленского свидетельствуют о том, что эти взаимоотношения подвержены возрастной изменчивости как на уровне клеток, так и на уровне тканей.

2.3.4. Морфологические особенности листовой пластинки

Изучение метамерной изменчивости формы листьев послужило фактологической основой создания теории циклического старения и омоложения растений Н. П. Кренке. Главным результатом его многолетних исследований морфологических особенностей разноярусных листьев является отчетливое усложнение их формы вплоть до формирования сложных листовых пластинок в средних ярусах и упрощение в нижних и верхних ярусах (Чернов, 1963). Ранее аналогичные эффекты были отмечены М. Шлейденом (Schleiden, 1851), А. Брауном (Braun, 1851) и А. Н. Бекетовым (1858), позднее — Дж. Кашманом и Дж. Шеллом (Ashby, 1948), однако никто из этих авторов не обратил внимание на явно выраженную связь морфологических характеристик листовой пластинки с высотой яруса побега, на котором она находится. В заключение следует еще раз упомянуть уже цитировавшуюся работу В. Р. Заленского (1904), также обнаружившего возрастную цикличность на примере длины и ширины разноярусных листьев ежи сборной.

2.3.5. Жизненная форма растений

Определению понятия «жизненная форма растений», классификации жизненных форм и изучению их в отношении эволюции, акклиматизации и устойчивости при интродукции посвящено немало отечественных и зарубежных работ. Термин «жизненная форма» обозначает общий облик (габитус) растения, обусловленный своеобразием его системы надземных и подземных органов, формирующихся в онтогенезе в результате роста и развития растений в определенных условиях среды (Warming, 1884). О наличии связи вариаций жизненных форм с возрастной изменчивостью у растений можно догадываться, опираясь на распространенные представления об их эволюции у растений. Обычно последняя рассматривается в рамках концепций филэмбриогенеза или гетерохронии (Северцов, 1945; Тахтаджян, 1950, 1954; Хохряков, 1975, 1981; Недолужко, 1997; Li, Johnston, 2000). Несмотря на существенное различие между этими концепциями (в первой главную роль играет стадия морфогенеза, на которой возникают изменения органов, во второй — изменение скорости онтогенетического развития потомка по отношению к предку (Жмылев, 2004)), обязательным компонентом обеих является возраст. Оценивая известные жизненные формы растений с позиций упоминавшихся вариаций дискретности — континуальности фотосинтезирующего аппарата, можно отметить, что для организменного уровня структурной иерархии применима та же логика, что и для нижележащих — тканевого, клеточного и субклеточных.

Глава 3. ЦЕЛОСТНОСТЬ И АДАПТАЦИИ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ В СЕВЕРНЫХ УСЛОВИЯХ

3.1. Дендроинтродуценты: целостность, зимостойкость и старение

Вопросам теории и методам интродукции растений посвящена весьма обширная и разнообразная литература (Аврорин, 1947; Базилевская, 1964; Гурский, 1957; Кормилицин, 1969; Соколов, 1957; Мауг, 1909). Под интродукцией растений большинство авторов понимает целенаправленную деятельность человека по введению их в культуру в новых районах (Аврорин, 1973; Лапин, 1972; Цицин, 1970, 1971). В связи с этим задачами интродукции традиционно являются: (1) предварительное изучение и выбор исходного материала; (2) его мобилизация; (3) изучение растений в процессе интродукции; (4) подведение итогов интродукции (Лапин, Рябова, 1982; Некрасов, 1980).

Выполнение двух последних задач традиционно основывается на систематических наблюдениях за сезонным развитием интродуцентов. Поскольку в конечном счете успех интродукции определяется акклиматизацией переселенного растения, итоги интродукционного эксперимента могут оцениваться по степени достижения интродуцированным образцом основных физиологических и морфолого-анатомических характеристик, присущих ему в естественной среде обитания, включая типичный габитус, вегетативную и генеративную продуктивность и устойчивость в новой среде обитания.

На протяжении многих лет исследования адаптаций растений к экстремальным (в том числе и северным) условиям развивались независимо друг от друга вследствие длительного преобладания в этой области редуccionистского подхода (Жиров и др., 1990, 2001). Однако при этом уже давно стала очевидной необходимость их интеграции, которая была возможна только на основе некоей обобщающей концепции. В последние десятилетия в интродукционных исследованиях ощущается явный недостаток физиологического понимания акклиматизационных эффектов у переселенных растений, а в физиологических — разнообразия интродукционного материала.

Теоретической основой взаимодействия этих направлений при изучении адаптаций интродуцентов может служить уже упоминавшаяся теория Н. П. Кренке (1940), связывающая адаптивную изменчивость структур и функций растительного организма с их временными изменениями. Данный подход, универсальный по отношению к разнообразным растительным объектам с одной стороны и неспецифичный применительно к действию различных факторов внешней среды с другой, вследствие унимодальности дает возможность обобщения эффектов варибельности структур различных иерархических уровней растительного организма³⁰.

³⁰ Практической основой этого раздела послужили оригинальные наблюдения О. Б. Гонтарь, проводившиеся с 1991 года, а в предыдущие годы — других сотрудников лаборатории интродукции ПАБСИ. При этом многолетняя динамика параметров роста и развития этих растений в питомниках ПАБСИ была формализована О. Б. Гонтарь впервые.

Авторы рассматривают данную часть настоящего исследования в качестве первого опыта применения ранее созданной ими концепции, определяющей роли физиологического возраста в выборе стратегии адаптивного ответа у древесно-кустарниковых растений (Жиров, 1991, 2001, 2007), для разработки основных принципов долгосрочного прогноза устойчивости дендроинтродуцентов в условиях Кольского Заполярья по результатам комплексного анализа их фенологических и биометрических признаков.

Для этого было необходимо:

- оценить эффективность краткосрочного прогноза зимостойкости на основе комплекса фенолого-ростовых признаков в сравнении с традиционно используемыми показателями принадлежности к определенным климато- или фенологическим группам;
- выявить основные ФРП, наиболее информативные в отношении устойчивости во время последующей перезимовки и второстепенные, сопряженные с ними;
- определить форму зависимости зимостойкости от величин ФРП предшествующего вегетационного периода;
- исследовать долгосрочные возрастные изменения ФРП;
- на основе полученных данных уточнить существующую систему агротехнических приемов повышения устойчивости дендроинтродуцентов в целях оптимизации их продуктивности и увеличения продолжительности жизни в местных условиях для оценки возможности их использования в программах ландшафтной терапии.

3.1.1. Возрастная изменчивость зимостойкости и фенолого-ростовых показателей перспективных видов

Поскольку определяемые в нашей работе ФРП и зимостойкость дендроинтродуцентов являются суммарным выражением главных особенностей роста и развития их однолетних побегов, можно было предположить связь этих характеристик с физиологическим возрастом. В этом случае результаты изучения особенностей их возрастной изменчивости могли бы существенно расширить представления о долговременных адаптивных перестройках исследуемых растений и способствовать созданию новых методов интродукционного прогноза.

Согласно теории Н. П. Кренке (1940), вариации физиологического возраста являются универсальной основой не только морфологической, но и физиологической изменчивости растительного организма (Чернов, 1963). Логично предположить, что адаптивные возможности растения также подчиняются этой зависимости (Жиров и др., 2001).

Возрастная изменчивость ростовых процессов, как и других возрастзависимых характеристик, на протяжении всей жизни растения описывается классической обратнопараболической зависимостью Н. П. Кренке. Поскольку максимальная продолжительность периода, в течение которого собирались фенологические и биометрические данные, не превышала 25 лет, а минимальная продолжительность жизни исследуемых объектов составляла около 50 лет, очевидно, что доступная для анализа возрастная динамика параметров

охватывала не более половины возрастной кривой. Вследствие этого для сравнения интродуцентов по физиологическому возрасту было необходимо определить ее доминирующее (восходящее, горизонтальное или нисходящее) направление.

Так как в условиях Кольского Севера адаптивные возможности деревьев и кустарников могут существенно различаться (Аврорин и др., 1964; Казаков, 1987), на данном этапе работы исследовались особенности возрастной изменчивости ФРП растений различных жизненных форм. Характер наклона трендов кривых возрастной изменчивости исследуемых параметров определялся по результатам их регрессионного одностороннего анализа, выраженного линейными трендами, ранее представленными в нашей монографии (Жилов, Гонтарь, 2011).

Судя по данным литературы, временная изменчивость фенологических параметров интродуцентов в основном определяется динамикой их адаптации к новой среде обитания, причем по характеру трендов можно судить о направлении этого процесса. Снижение продолжительности роста и одревеснения, а также более раннее окончание одревеснения побегов (ПРП, ПОП, ООП) в целом свидетельствуют о возрастании устойчивости, поскольку при этом уменьшается продолжительность периода активного роста и вегетативного цикла в целом (Лапин, 1967; Александрова, Головкин, 1978), а медленное течение этого процесса, не позволяющее растениям своевременно подготовиться к последующей перезимовке, является одной из основных причин повреждения неустойчивых интродуцентов в условиях Кольского Севера (Шавров, 1961).

Вместе с тем, направления адаптации, определяемые по трендам многолетней динамики исследуемых фенологических параметров (ФП) или по степени морозных повреждений в зимнее время, не всегда совпадают друг с другом, так как представители некоторых видов способны успешно компенсировать эти повреждения благодаря высокой активности процессов регенерации. Так, из опыта интродукции в ПАБСИ в 1940–1970-х гг. следует, что ива Шверина (*Salix schwerinii* E. Wolf) успешно акклиматизируется в условиях Заполярья, несмотря на регулярное обмерзание однолетних побегов (Казаков, Чуркина, 1987). В связи с этим при обсуждении полученных данных мы разделяем **зимостойкость**, оцениваемую по величине зимних повреждений, и **общую устойчивость** (или просто **устойчивость**) как фактор акклиматизации интродуцента в целом, отражающий сроки старения и возможную продолжительность его жизни в северных условиях.

Согласно мнению многих авторов (Шитт, 1968; Серебряков, 1962; Гуппало, 1969; Хохряков, 1975; Хохряков, Мазуренко, 1977), исследуемые признаки роста (длина побегов (ДП), скорость роста побегов (СкРП), скорость одревеснения побегов (СкОП)) связаны не только с резистентностью дендроинтродуцентов, но и с процессами старения. По данным И. Г. Серебрякова (1962), на ранних стадиях онтогенеза древесных видов скорость роста и длина годовых побегов возрастают, а затем по мере наступления сенильных изменений

снижаются. В соответствии с теорией Н. П. Кренке (1940) геометрически эта зависимость соответствует форме обратной (перевернутой) параболы.

В связи с этим представляло интерес более подробно проанализировать темпоральные изменения зимних повреждений побегов и фенологических признаков с точки зрения адаптивности исследуемых растений в условиях Крайнего Севера, а признаков роста — с позиций представлений о вариациях физиологического возраста растений (Чернов, 1963).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что в процессе акклиматизации максимальная устойчивость среди зимостойких интродуцентов достигается одноствольными деревьями, причем у образцов северного происхождения она связана с высоким, а в случаях южного — с умеренным (в пределах 30-летнего возрастного диапазона) физиологическим возрастом. В противоположность этому, максимальную зимостойкость в этой группе развивают кустарники высокого либо низкого физиологического возраста. Максимально возможная **устойчивость** в группе незимостойких видов северного происхождения развивается у **деревьев кустарникового типа при низком физиологическом возрасте**, а **зимостойкость** — как у одноствольных деревьев, так и у кустарников с высоким физиологическим возрастом в первом и умеренным во втором случаях. У незимостойких южных растений связь между динамикой зимостойкости, как и общей устойчивости, с вариациями физиологического возраста не обнаруживалась.

В целом можно отметить, что наиболее положительной динамикой общей устойчивости в течение акклиматизационного процесса отличаются одноствольные деревья, а по зимостойкости в этом отношении лидируют кустарники. Деревья кустарникового типа занимают между ними переходное положение. Одноствольным деревьям свойственен сравнительно высокий либо умеренный физиологический возраст, кустарникам — преимущественно низкий, а возрастной статус многоствольных деревьев колеблется в наиболее широком диапазоне от высокого до низкого.

При этом обращает на себя внимание то, что у зимостойких видов последовательности жизненных форм по возрастанию общей устойчивости в основном повторяют ряды по увеличению физиологического возраста, а по зимостойкости имеют противоположный им характер. В обоих случаях исключение составляют деревья кустарникового типа, искажающие эту картину. У незимостойких видов можно отметить признаки обратных зависимостей: ряды по зимостойкости сходны, а по общей устойчивости противоположны рядам по возрастанию физиологического возраста. Интересно, что данные табл. 3 в целом отражают определенную симметрию: полное совпадение рядов по физиологическому возрасту с рядами общей устойчивости или зимостойкости наблюдается в контрастных случаях зимостойких растений северного происхождения в первом случае и незимостойких южного — во втором.

Характер наклона линейных трендов кривых возрастной изменчивости исследуемых параметров определялся по результатам их одностороннего регрессионного анализа (рис. 5–64).

Таблица 3

Последовательности жизненных форм по эффективности акклиматизационного роста зимостойкости, общей устойчивости или физиологического возраста у дендроинтродуцентов различных групп в порядке возрастания

| Группы интродуцентов | Последовательности жизненных форм по темпоральному росту характеристик | | |
|----------------------|--|--------------------|---------------------------|
| | зимостойкости | общей устойчивости | физиологического возраста |
| З (С) | ДК – Д – К | ДК – К – Д | ДК – К, Д |
| З (Ю) | Д, ДК – К | К, ДК – Д | К, Д – ДК |
| НЗ (С) | ДК – К, Д | Д – К – ДК | ДК – К – Д |
| НЗ (Ю) | Д – К | Д, К | Д, К |

Примечание. З — зимостойкие; НЗ — незимостойкие растения; С — северное, Ю — южное происхождение; К — кустарники, ДК — деревья кустарникового типа, Д — деревья.

3.1.1.1. Представители семейства *Berberidaceae*

В составе данного семейства были рассмотрены представители двух наиболее перспективных для использования в терапевтических целях родов, из которых *Mahonia* представлен зимостойким (в среднем 1,4 балла) простратным вечнозеленым видом *Mahonia aquifolium*, а *Berberis* — прямостоячими кустарниками с зимостойкостью от 1,94 до 3,07 баллов.

На рисунке 5, где отображены линейные односторонние регрессии ПВП у исследуемых видов сем. *Berberidaceae*, видно, что наиболее выраженным восходящим характером трендов отличаются *Ber. integerrima* и *Ber. lyceum*; у *Ber. franciscki-ferdinandii* наблюдается один слабо нисходящий тренд. У остальных видов темпоральная изменчивость исследуемого признака характеризуется почти горизонтальными трендами.

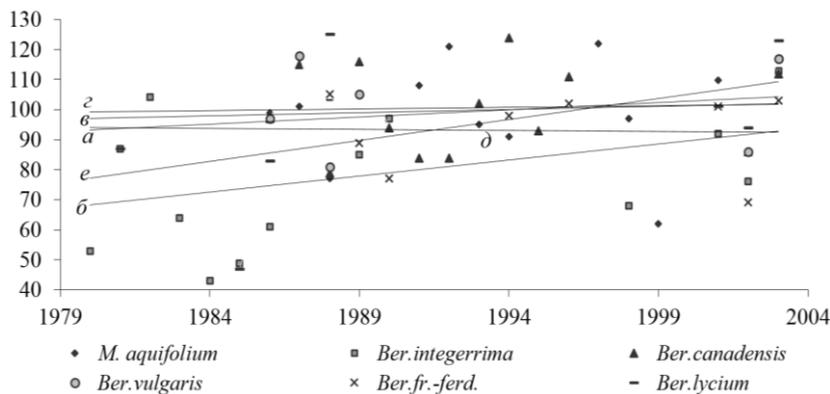


Рис. 5. Линейные односторонние регрессии ПВП у представителей сем. *Berberidaceae*. По оси Y — ПВП, сутки; по оси X — год наблюдений. Графики и уравнения линейных регрессий: а — *Mahonia aquifolium*, $y = 0,4812x - 859,49$; $R^2 = 0,0229$; б — *Ber. integerrima*, $y = 1,07x - 2050,4$; $R^2 = 0,1521$; в — *Ber. canadensis*, $y = 0,2108x - 320,25$; $R^2 = 0,0069$; г — *Ber. vulgaris*, $y = 0,1113x - 121,08$; $R^2 = 0,0031$; д — *Ber. franciscki-ferdinandii*, $y = -0,0616x + 215,85$; $R^2 = 0,0008$; е — *Ber. lyceum*, $y = 1,3936x - 2682,1$; $R^2 = 0,2403$

Среди графиков односторонних регрессий ПРП, изображенных на рис. 6, у *Ber. canadensis*, *Ber. vulgaris*, *Ber. lycium* и *Mahonia aquifolium* выделяются восходящие типы, у *Ber. integerrima* и *Ber. franciscki-ferdinandii* — нисходящие.

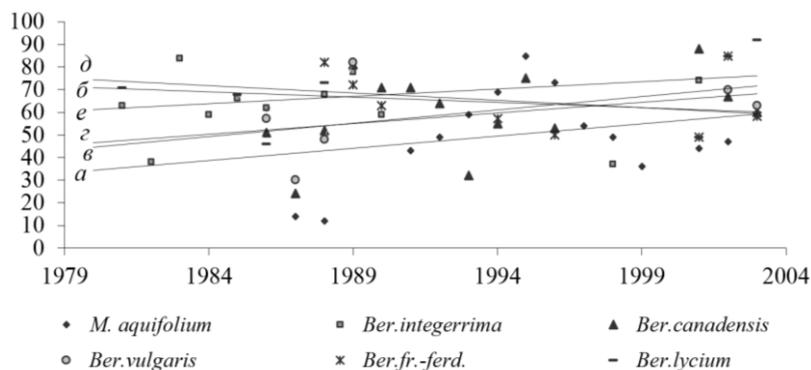


Рис. 6. Линейные односторонние регрессии ПРП у представителей сем. *Berberidaceae*. По оси Y — ПРП, сутки; по оси X — год наблюдений. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *Mahonia aquifolium*; $y = 1,084x - 2112$; $R^2 = 0,0862$; *б* — *Ber. integerrima*, $y = -0,4647x + 990,93$; $R^2 = 0,0443$; *в* — *Ber. canadensis*, $y = 1,1721x - 2276,1$; $R^2 = 0,1346$; *г* — *Ber. vulgaris*, $y = 0,9427x - 1820$; $R^2 = 0,1666$; *д* — *Ber. franciscki-ferdinandii*, $y = -0,6484x + 1358,3$; $R^2 = 0,0819$; *е* — *Ber. lycium*, $y = 0,649x - 1223,9$; $R^2 = 0,1271$

На рисунке 7 (виды сем. Барбарисовые) наблюдаются три типа трендов. В этом случае отрицательными коэффициентами регрессии (нисходящий тип) характеризуются *Ber. canadensis* и *Ber. vulgaris*, а положительными коэффициентами (восходящий тип) — все барбарисы с ареалом распространения в горах Азии: *Ber. integerrima*, *Ber. franciscki-ferdinandii* и *Ber. lycium*. *Mahonia aquifolium* отличается почти горизонтальным линейным трендом.

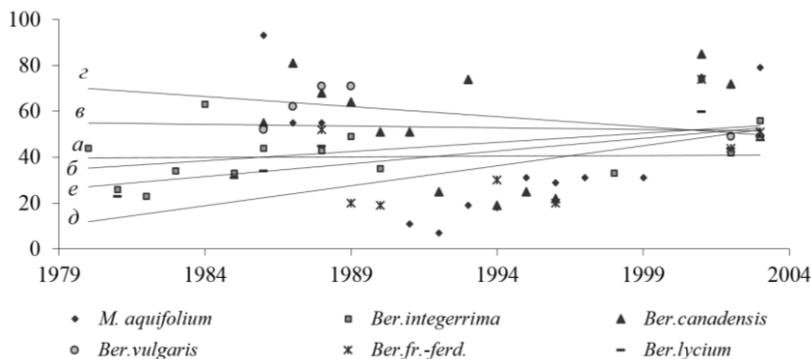


Рис. 7. Линейные односторонние регрессии ПОП у представителей сем. *Berberidaceae*. По оси Y — ПОП, сутки; по оси X — год наблюдений. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *Mahonia aquifolium*; $y = 0,0519x - 62,993$; $R^2 = 0,0001$; *б* — *Ber. integerrima*, $y = 0,8078x - 1564,2$; $R^2 = 0,218$; *в* — *Ber. canadensis*, $y = -0,1476x + 347,22$; $R^2 = 0,0013$; *г* — *Ber. vulgaris*, $y = -0,874x + 1800,4$; $R^2 = 0,4274$; *д* — *Ber. franciscki-ferdinandii*, $y = 1,7499x - 3452,9$; $R^2 = 0,2877$; *е* — *Ber. lycium*, $y = 1,1144x - 2179,3$; $R^2 = 0,7043$

В результате изучения линейных односторонних регрессий ДП (см. рис. 8) было установлено, что более устойчивые виды обладают сравнительно горизонтальными линиями, менее устойчивый *Ber. vulgaris* имеет нисходящий тренд, а наименее зимостойкие *Ber. franciscki-ferdinandii* и *Ber. lycium* характеризуются хорошо выраженными восходящими трендами.

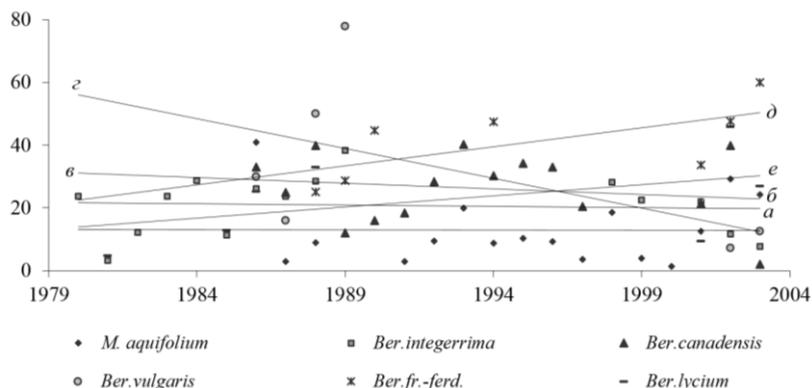


Рис. 8. Линейные односторонние регрессии ДП у представителей сем. *Berberidaceae*.

По оси Y — ДП, см; по оси X — год наблюдений. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *Mahonia aquifolium*, $y = -0,0035x + 19,882$; $R^2 = 3E-06$; *б* — *Ber. integerrima*, $y = -0,0816x + 183,23$; $R^2 = 0,0051$; *в* — *Ber. canadensis*, $y = -0,3627x + 749,45$; $R^2 = 0,0305$; *г* — *Ber. vulgaris*, $y = -1,8995x + 3817,1$; $R^2 = 0,2987$; *д* — *Ber. franciscki-ferdinandii*, $y = 1,2097x - 2372,6$; $R^2 = 0,4141$; *e* — *Ber. lycium*, $y = 0,7053x - 1382,5$; $R^2 = 0,2064$

Результаты исследования регрессии СкРП (см. рис. 9) в целом сходны с данными, представленными на рис. 7, только в данном случае положительные коэффициенты регрессии наблюдались у наименее устойчивых азиатских видов барбарисов, а *Ber. integerrima* отличен горизонтальным трендом признака. Нисходящие тренды с отрицательными коэффициентами уравнения наблюдаются у *Mahonia aquifolium* и *Ber. vulgaris*.

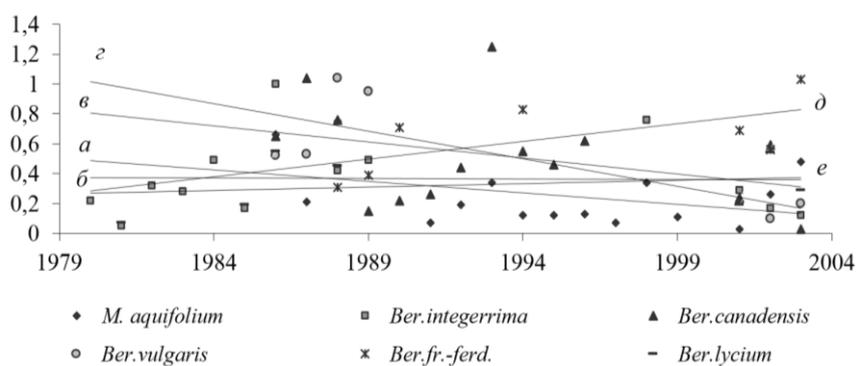


Рис. 9. Линейные односторонние регрессии СкРП у представителей сем. *Berberidaceae*.

По оси Y — СкРП, см/сутки; по оси X — год наблюдений. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *Mahonia aquifolium*, $y = -0,0153x + 30,865$; $R^2 = 0,1409$; *б* — *Ber. integerrima*, $y = -0,0006x + 1,4629$; $R^2 = 0,0003$; *в* — *Ber. canadensis*, $y = -0,0215x + 43,39$; $R^2 = 0,1211$; *г* — *Ber. vulgaris*, $y = -0,0368x + 73,93$; $R^2 = 0,5705$; *д* — *Ber. franciscki-ferdinandii*, $y = 0,0236x - 46,413$; $R^2 = 0,3867$; *e* — *Ber. lycium*, $y = 0,0047x - 8,9941$; $R^2 = 0,0532$

Из результатов линейного регрессионного анализа СкОП, представленных на рис. 10, следует, что *Mahonia aquifolium*, *Ber. vulgaris* и *Ber. franciscki-ferdinandii* характеризуются нисходящим трендом, *Ber. integerrima* и *Ber. canadensis* — практически горизонтальным, а *Ber. lycium* — восходящим.

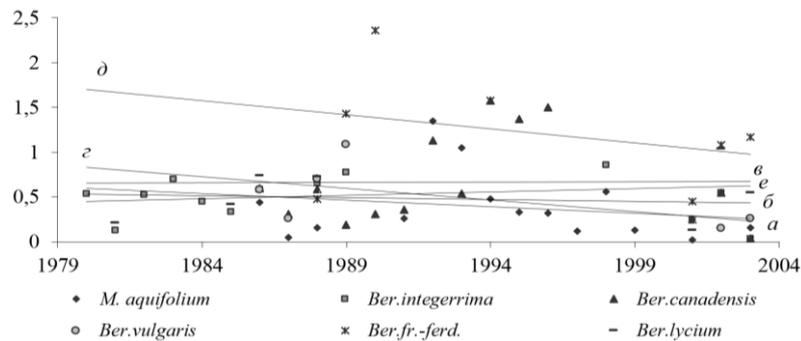


Рис. 10. Линейные односторонние регрессии СкОП у представителей сем. *Berberidaceae*. По оси Y — СкОП, см/сутки; по оси X — год наблюдений. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *Mahonia aquifolium*; $y = -0,0147x + 29,776$; $R^2 = 0,0392$; *b* — *Ber. integerrima*, $y = -0,0045x + 9,3508$; $R^2 = 0,0238$; *c* — *Ber. canadensis*, $y = 0,0007x - 0,7968$; $R^2 = 6E-05$; *d* — *Ber. vulgaris*, $y = -0,0262x + 52,749$; $R^2 = 0,3323$; *e* — *Ber. franciscki-ferdinandii*, $y = -0,0314x + 63,849$; $R^2 = 0,097$; *f* — *Ber. lycium*, $y = 0,0075x - 14,369$; $R^2 = 0,0475$

Результаты изучения линейных односторонних регрессий ООП у исследуемых видов сем. Барбарисовые, представленных на рис. 11, свидетельствуют о практически горизонтальных трендах с малыми положительными значениями коэффициентов уравнения у *Ber. integerrima*, *Ber. canadensis*, *Ber. franciscki-ferdinandi*, с отрицательными — у *Mahonia aquifolium* и *Ber. vulgaris* и о наиболее явно выраженном восходящем тренде с положительным коэффициентом регрессии этого признака у *Ber. lycium*.

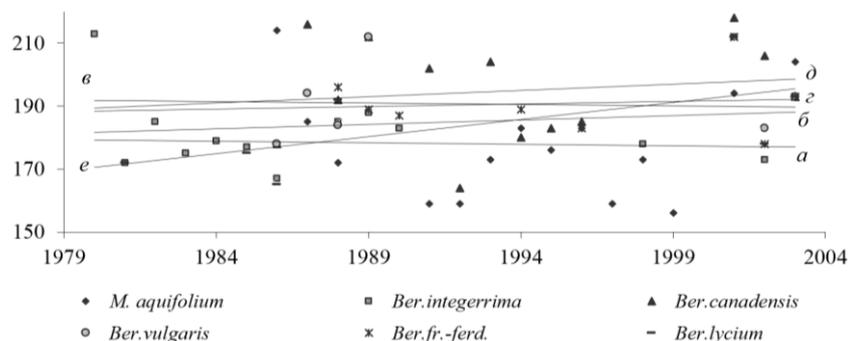


Рис. 11. Линейные односторонние регрессии ООП у представителей сем. *Berberidaceae*. По оси Y — ООП, даты по шкале Зайцева, по оси X — год наблюдений. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *Mahonia aquifolium*; $y = -0,0964x + 370,06$; $R^2 = 0,0008$; *b* — *Ber. integerrima*, $y = 0,2844x - 381,55$; $R^2 = 0,0285$; *c* — *Ber. canadensis*, $y = 0,3953x - 593,28$; $R^2 = 0,0186$; *d* — *Ber. vulgaris*, $y = -0,0949x + 379,81$; $R^2 = 0,0037$; *e* — *Ber. franciscki-ferdinandii*, $y = 0,1631x - 134,49$; $R^2 = 0,0095$; *f* — *Ber. lycium*, $y = 1,0857x - 1979,2$; $R^2 = 0,3978$

Анализ трендов ОВП (см. рис. 12) позволяет выделить два типа линейных регрессий: нисходящий у *Ber. canadensis*, *Ber. vulgaris* и *Ber. franciscki-ferdinandii*, восходящий у *Mahonia aquifolium*, *Ber. integerrima* и *Ber. lycium*.

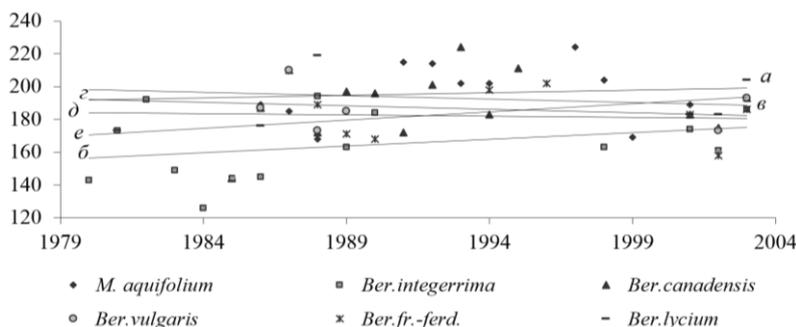


Рис.12. Линейные односторонние регрессии ОВП у представителей сем. *Berberidaceae*.

По оси Y — ОВП, даты по шкале Зайцева, по оси X — год наблюдений.

Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *Mahonia aquifolium*; $y = 0,3115x - 425,08$; $R^2 = 0,0099$; *б* — *Ber. integerrima*, $y = 0,8138x - 1455$; $R^2 = 0,1023$; *в* — *Ber. canadensis*, $y = -0,4137x + 1017,3$; $R^2 = 0,0215$; *г* — *Ber. vulgaris*, $y = -0,4141x + 1011,9$; $R^2 = 0,0545$; *д* — *Ber. franciscki-ferdinandii*, $y = -0,1486x + 478,45$; $R^2 = 0,0036$; *e* — *Ber. lycium*, $y = 1,0055x - 1820,3$; $R^2 = 0,1484$

Регрессионный анализ ПОЛ у представителей сем. *Berberidaceae* (см. рис. 13) свидетельствует об отличии азиатских видов *Berberis integerrima*, *Ber. franciscki-ferdinandii* и *Ber. lycium* от *Ber. canadensis* и *Ber. vulgaris*, которые характеризуются нисходящими линиями регрессии с отрицательными коэффициентами или восходящими линиями и положительными коэффициентами регрессии соответственно.

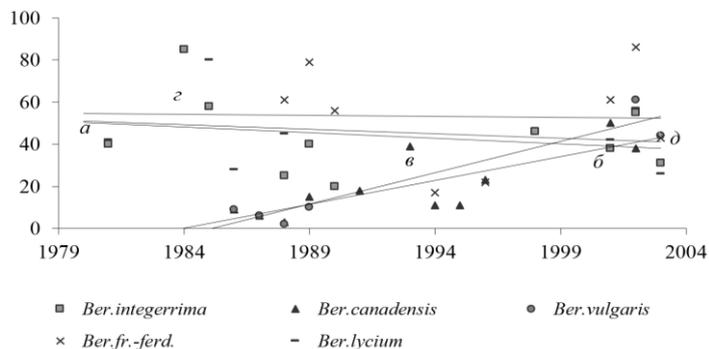


Рис. 13. Линейные односторонние регрессии ПОЛ у представителей сем. *Berberidaceae*.

По оси Y — ПОЛ, сутки; по оси X — год наблюдений. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *Berberis integerrima*, $y = -0,5339x + 1107,3$; *б* — *Ber. canadensis*, $y = 2,2646x - 4492,9$; *в* — *Ber. vulgaris*, $y = 2,9656x - 5887$; *г* — *Ber. franciscki-ferdinandii*, $y = -0,0899x + 232,6$; *д* — *Ber. lycium*, $y = -0,4345x + 911,36$

Анализ трендов темпоральных изменений зимостойкости исследуемых видов сем. *Berberidaceae* свидетельствует об увеличении углового отрицательного коэффициента по мере снижения среднего балла зимостойкости, за исключением *Ber. canadensis*, у которого угловой коэффициент положителен (см. рис. 14).

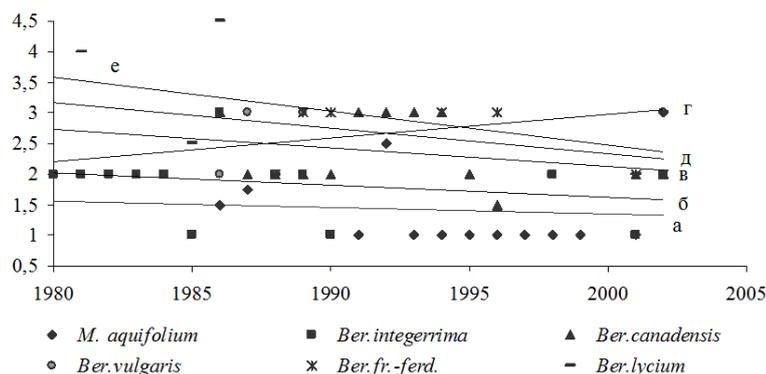


Рис. 14. Линейные односторонние регрессии зимостойкости у представителей сем. *Berberidaceae*. По оси Y — зимостойкость, балл; по оси X — год наблюдений.

Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *Mahonia aquifolium*, $y = -0,0105x + 22,431$; $R^2 = 0,0064$; *б* — *Ber. integerrima*, $y = -0,0197x + 41,049$; $R^2 = 0,0706$; *в* — *Ber. canadensis*, $y = -0,0295x + 61,165$; $R^2 = 0,0701$; *г* — *Ber. vulgaris*, $y = 0,0393x - 75,545$; $R^2 = 0,2225$; *д* — *Ber. franciski-ferdinandii*, $y = -0,0421x + 86,526$; $R^2 = 0,2$; *е* — *Ber. lycium*, $y = -0,0552x + 112,87$; $R^2 = 0,2158$

3.1.1.2. Под *Betula*

В пределах этого рода исследовалось 4 вида с зимостойкостью от 1–2,72 баллов. Во всех случаях они представлены одноствольными деревьями, за исключением наименее зимостойкой *B. utilis*, которая по причине ежегодных сильных обмерзаний побегов приобретает некоторые признаки дерева кустарникового типа.

Результаты линейного одностороннего регрессионного анализа рассматриваемых фено- и биометрических параметров у исследуемых берез представлены на рис. 15–24.

Линейные регрессии ПВП у всех представителей рода *Betula* имеют восходящий характер (см. рис. 15).

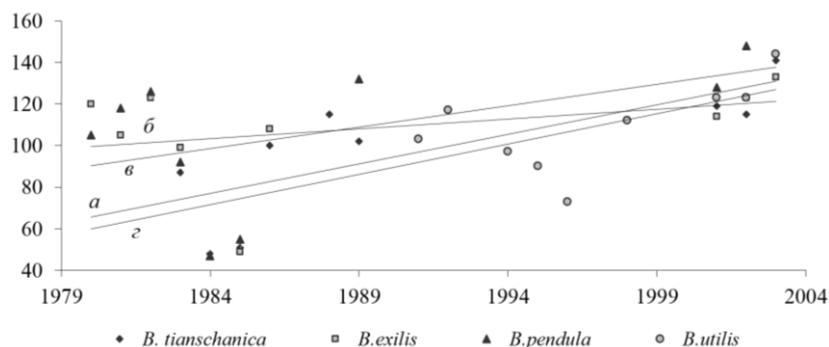


Рис. 15. Линейные односторонние регрессии ПВП у представителей рода *Betula*. По оси Y — ПВП, сутки; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *B. tianschanica*, $y = 2,8372x - 5552$; $R^2 = 0,5754$; *б* — *B. exilis*, $y = 0,9398x - 1761,2$; $R^2 = 0,1397$; *в* — *B. pendula*, $y = 2,0656x - 3999,6$; $R^2 = 0,2461$; *г* — *B. utilis*, $y = 2,9113x - 5704,5$; $R^2 = 0,3674$

Различия в трендах по характеру угла наклона хорошо видны на рис. 16 и 17, где линии регрессии ПРП и ПОП у наименее зимостойкой *B. utilis* направлены вверх, у остальных — вниз.

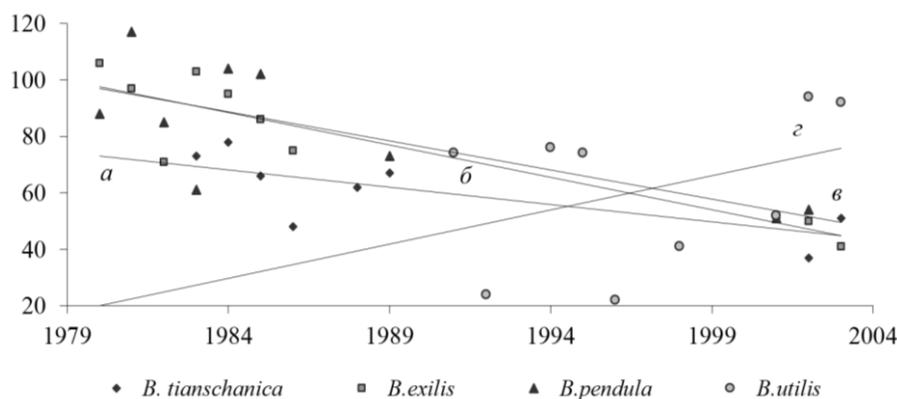


Рис. 16. Линейные односторонние регрессии ПРП у представителей рода *Betula*. По оси Y — ПРП, сутки; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *B. tianschanica*, $y = -1,2246x + 2497,7$; $R^2 = 0,586$; *b* — *B. exilis*, $y = -2,2944x + 4640,4$; $R^2 = 0,8283$; *v* — *B. pendula*, $y = -2,0626x + 4181,1$; $R^2 = 0,5412$; *z* — *B. utilis*, $y = 2,4201x - 4771,6$; $R^2 = 0,1496$

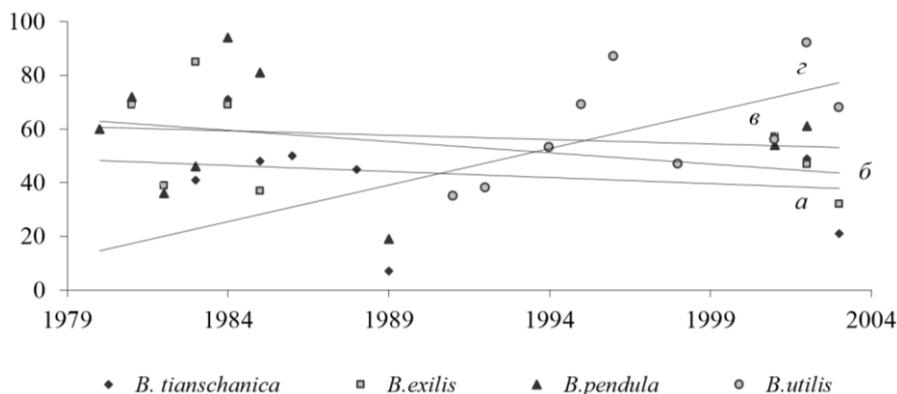


Рис. 17. Линейные односторонние регрессии ПОП у представителей рода *Betula*. По оси Y — ПОП, сутки; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *B. tianschanica*, $y = -0,4482x + 935,63$; $R^2 = 0,0389$; *b* — *B. exilis*, $y = -0,8338x + 1713,7$; $R^2 = 0,1942$; *v* — *B. pendula*, $y = -0,3263x + 706,58$; $R^2 = 0,0143$; *z* — *B. utilis*, $y = 2,718x - 5367$; $R^2 = 0,3488$

Анализируя односторонние регрессии ДП, СкРП и СкОП представителей р. *Betula* (см. рис. 18–20), можно отметить, что линии регрессий исследуемых параметров у представителей всех видов имеют нисходящий характер, причем угол их наклона у *B. utilis* значительно больше.

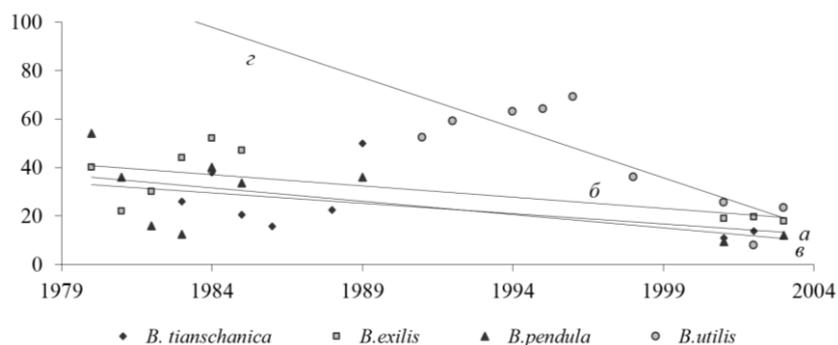


Рис. 18. Линейные односторонние регрессии ДП у представителей рода *Betula*. По оси Y — ДП, см; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *B. tianschanica*, $y = -0,8484x + 1712,8$; $R^2 = 0,2313$; *б* — *B. exilis*, $y = -0,9272x + 1876,6$; $R^2 = 0,4611$; *в* — *B. pendula*, $y = -1,1065x + 2227$; $R^2 = 0,3686$; *г* — *B. utilis*, $y = -4,1368x + 8305,1$; $R^2 = 0,6859$

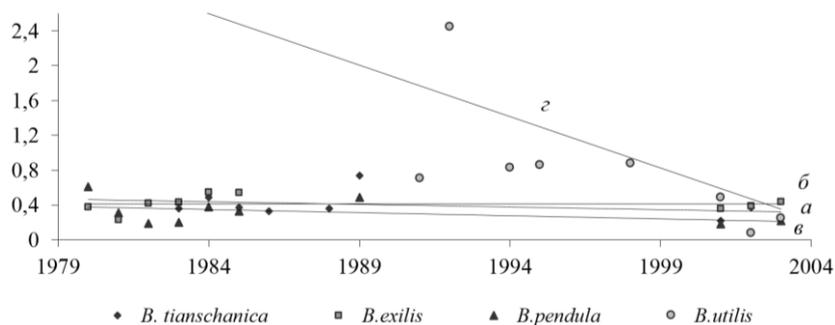


Рис. 19. Линейные односторонние регрессии СкРП у представителей рода *Betula*. По оси Y — СкРП, см/сутки; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *B. tianschanica*, $y = -0,0061x + 12,58$; $R^2 = 0,0893$; *б* — *B. exilis*, $y = -0,0002x + 0,7726$; $R^2 = 0,0003$; *в* — *B. pendula*, $y = -0,0072x + 14,676$; $R^2 = 0,1739$; *г* — *B. utilis*, $y = -0,118x + 236,62$; $R^2 = 0,2531$

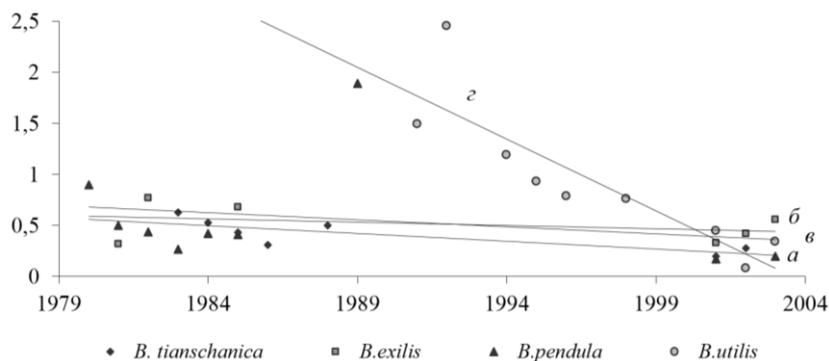


Рис. 20. Линейные односторонние регрессии СкОП у представителей рода *Betula*. По оси Y — СкОП, см/сутки; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *B. tianschanica*, $y = -0,0152x + 30,691$; $R^2 = 0,6426$; *б* — *B. exilis*, $y = -0,0064x + 13,334$; $R^2 = 0,1348$; *в* — *B. pendula*, $y = -0,0138x + 28,06$; $R^2 = 0,0491$; *г* — *B. utilis*, $y = -0,1404x + 281,33$; $R^2 = 0,7462$

Линии односторонних регрессий ООП (см. рис. 21) у всех представителей данного рода, кроме *B. utilis*, имеют нисходящий характер; последняя отличается выраженным восходящим типом тренда.

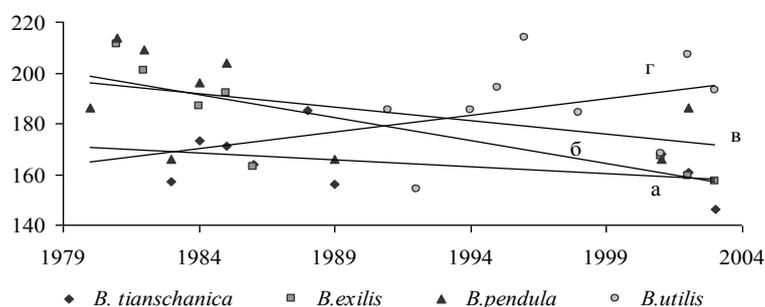


Рис. 21. Линейные односторонние регрессии ООП у представителей рода *Betula*.

По оси Y — ООП, даты по шкале Зайцева, по оси X — год наблюдения.

Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *B. tianschanica*, $y = -0,555x + 1269,7$; $R^2 = 0,1649$; *б* — *B. exilis*, $y = -1,7943x + 3751,3$; $R^2 = 0,6968$; *в* — *B. pendula*, $y = -1,0626x + 2300,1$; $R^2 = 0,2192$; *г* — *B. utilis*, $y = 1,3023x - 2413,5$; $R^2 = 0,0967$

Как видно, линия регрессии даты ОВП (см. рис. 22) у *B. exilis* практически горизонтальна, а у других видов имеет выраженный восходящий характер.

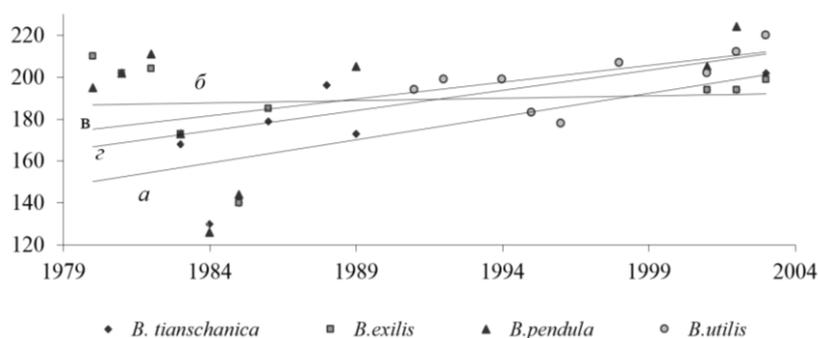


Рис. 22. Линейные односторонние регрессии ОВП у представителей рода *Betula*.

По оси Y — ОВП, даты по шкале Зайцева, по оси X — год наблюдения.

Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *B. tianschanica*, $y = 2,2206x - 4246,6$; $R^2 = 0,5219$; *б* — *B. exilis*, $y = 0,224x - 256,49$; $R^2 = 0,0105$; *в* — *B. pendula*, $y = 1,6028x - 2998,2$; $R^2 = 0,167$; *г* — *B. utilis*, $y = 1,9251x - 3645$; $R^2 = 0,4036$

У наименее зимостойкого вида *B. utilis* линия регрессии ПОЛ имеет явно восходящий, а у остальных нисходящий характер. Можно отметить, что максимальной отрицательной величиной углового коэффициента отличается наиболее зимостойкий вид *B. Tianschanica* (см. рис. 23).

Анализ возрастных изменений зимостойкости позволяет выявить горизонтальный тренд у наиболее зимостойкого представителя р. *Betula* — *B. tianschanica*, слабо восходящий, практически горизонтальный — у *B. Exilis*, и нисходящие тренды у остальных (см. рис. 24).

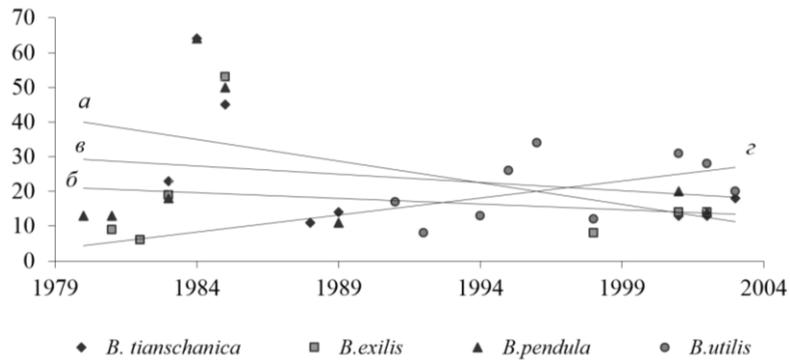


Рис. 23. Линейные односторонние регрессии ПОЛ у представителей рода *Betula*. По оси Y — ПОЛ, сутки; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *Betula tianschanica*, $y = -1,2477x + 2510,3$; $R^2 = 0,3144$; *б* — *B. exilis*, $y = -0,3218x + 657,97$; $R^2 = 0,0358$; *в* — *B. pendula*, $y = -0,4715x + 962,82$; $R^2 = 0,0416$; *з* — *B. utilis*, $y = 0,9811x - 1938,2$; $R^2 = 0,2183$

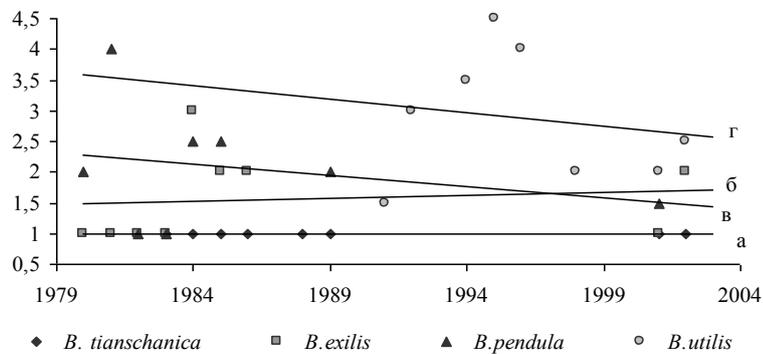


Рис. 24. Линейные односторонние регрессии зимостойкости у представителей рода *Betula*. По оси Y — зимостойкость, балл; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *Betula tianschanica*, $y = 1$; $R^2 = 0,0125$; *б* — *B. exilis*, $y = 0,0097x - 17,733$; $R^2 = 0,0641$; *в* — *B. pendula*, $y = -0,0365x + 74,483$; $R^2 = 0,0641$; *г* — *B. utilis*, $y = -0,044x + 90,641$; $R^2 = 0,0272$

3.1.1.3. Под *Crataegus*

Среди исследуемых видов боярышников наибольшими доверительными интервалами средних арифметических почти всех фенологических признаков отличается *C. dahurica* (дерево кустарникового типа). У *C. canadensis*, незимостойкого вида жизненной формы, дерева лесостепного типа, наблюдаются либо самые стабильно высокие значения исследуемых признаков, либо нестабильно средние.

У всех видов боярышников ПВП со временем возрастает (см. рис. 25), причем у деревьев кустарникового типа (*C. dahurica*) коэффициент регрессии значительно больше, чем у деревьев лесостепного типа (*C. douglasii*, *C. submollis* и *C. Canadensis*).

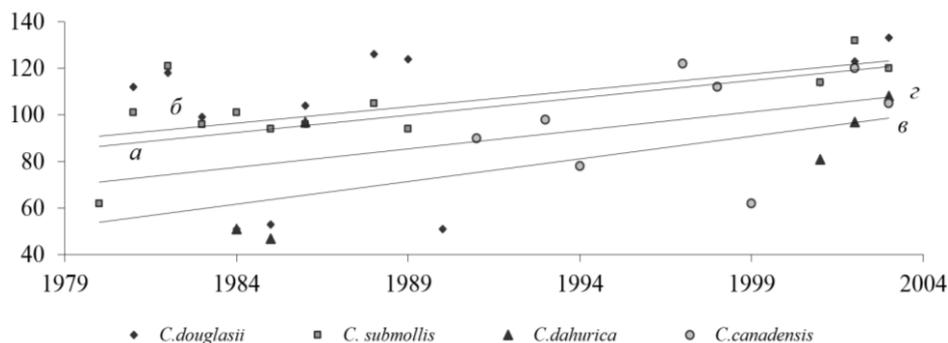


Рис. 25. Линейные односторонние регрессии ПВП у представителей рода *Crataegus*. По оси Y — ПВП, сутки; по оси X — годы наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *Crataegus douglasii*, $y = 1,4922x - 2868,1$; $R^2 = 0,1491$; *б* — *C. submollis*, $y = 1,4112x - 2703,5$; $R^2 = 0,4452$; *в* — *C. dahurica*, $y = 1,9349x - 3777$; $R^2 = 0,4974$; *г* — *C. canadensis*, $y = 1,5892x - 3075,4$; $R^2 = 0,1046$

ПРП с возрастом у всех представителей рода *Crataegus* сокращается приблизительно в равной степени (см. рис. 26).

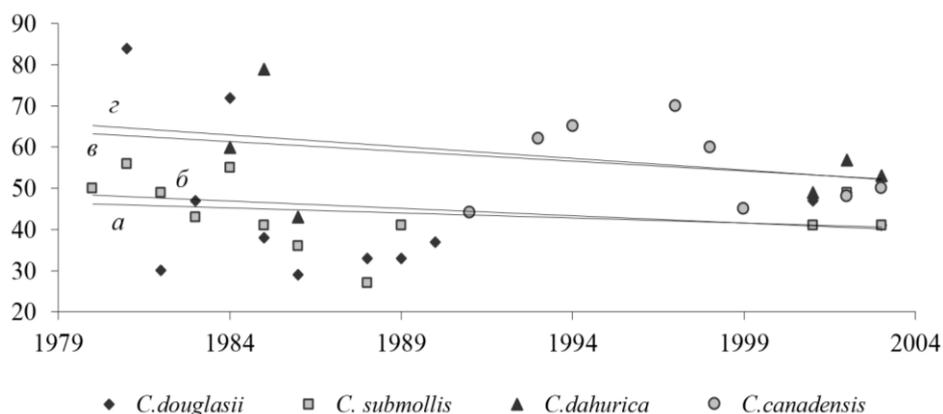


Рис. 26. Линейные односторонние регрессии ПРП у представителей рода *Crataegus*. По оси Y — ПРП, сутки; по оси X — годы наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *Crataegus douglasii*, $y = -0,3593x + 759,76$; $R^2 = 0,0288$; *б* — *C. submollis*, $y = -0,2456x + 532,42$; $R^2 = 0,0642$; *в* — *C. dahurica*, $y = -0,4766x + 1006,9$; $R^2 = 0,1292$; *г* — *C. canadensis*, $y = -0,5714x + 1196,7$; $R^2 = 0,0599$

Зимостойкие виды боярышников *Crataegus douglasii*, *C. submollis* и *C. dahurica* заметно отличаются по величинам коэффициентов регрессии ПОП (+0,3918 — -0,888) от слабоустойчивого *C. canadensis* (+3,1773) (см. рис. 27), а также по знаку и величинам коэффициентов регрессии ДП (см. рис. 28) и по характеру трендов временных изменений СкРП и ООП: у зимостойких видов боярышников они имеют нисходящий характер, у незимостойкого *C. Canadensis* — восходящий характер (см. рис. 29, 30).

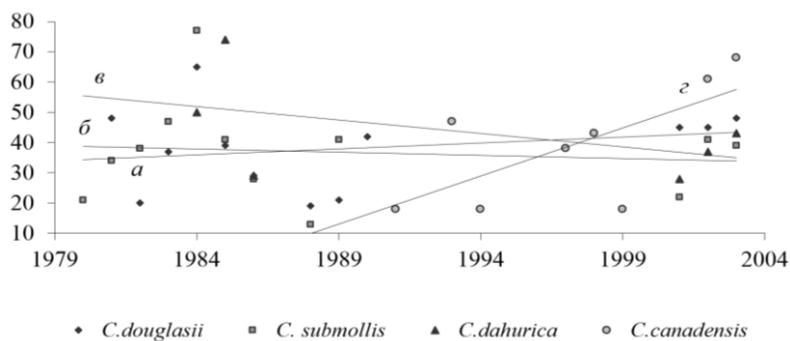


Рис. 27. Линейные односторонние регрессии ПОП у представителей рода *Crataegus*. По оси Y — ПОП, сутки; по оси X — годы наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *Crataegus douglasii*, $y = 0,3918x - 741,31$; $R^2 = 0,0517$; *б* — *C. submollis*, $y = -0,2088x + 452,05$; $R^2 = 0,0119$; *в* — *C. dahurica*, $y = -0,888x + 1813,7$; $R^2 = 0,2354$; *з* — *C. canadensis*, $y = 3,1773x - 6306,7$; $R^2 = 0,4694$

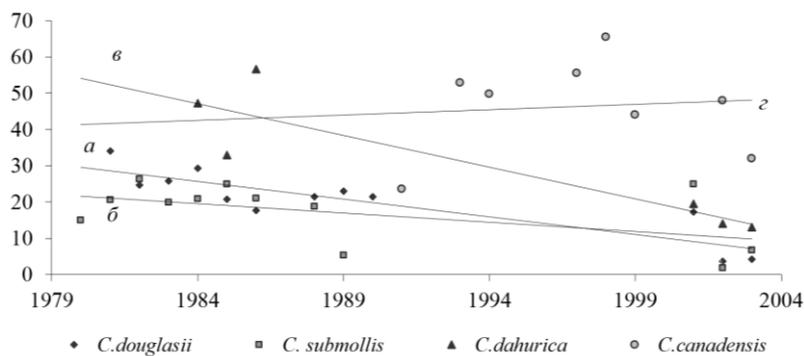


Рис. 28. Линейные односторонние регрессии ДП у представителей рода *Crataegus*. По оси Y — ДП, см; по оси X — годы наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *Crataegus douglasii*, $y = -0,9769x + 1963,8$; $R^2 = 0,764$; *б* — *C. submollis*, $y = -0,5123x + 1035,9$; $R^2 = 0,2777$; *в* — *C. dahurica*, $y = -1,748x + 3515,2$; $R^2 = 0,8011$; *з* — *C. canadensis*, $y = 0,2957x - 544,09$; $R^2 = 0,0089$

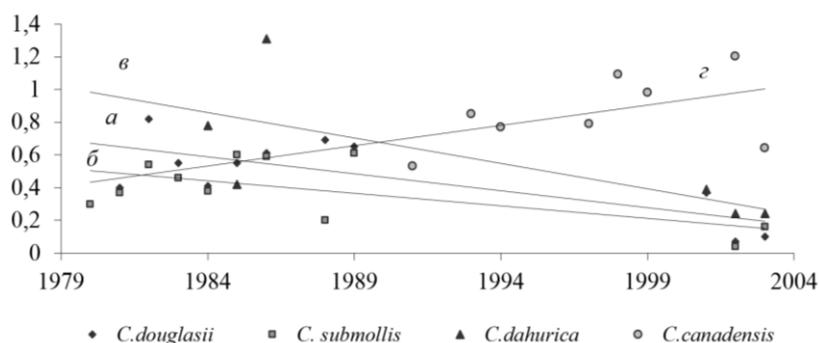


Рис. 29. Линейные односторонние регрессии СКРП у представителей рода *Crataegus*. По оси Y — СКРП, см/сутки; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *Crataegus douglasii*, $y = -0,0207x + 41,666$; $R^2 = 0,55$; *б* — *C. submollis*, $y = -0,0153x + 30,797$; $R^2 = 0,3838$; *в* — *C. dahurica*, $y = -0,031x + 62,35$; $R^2 = 0,4864$; *з* — *C. canadensis*, $y = 0,0248x - 48,629$; $R^2 = 0,2206$

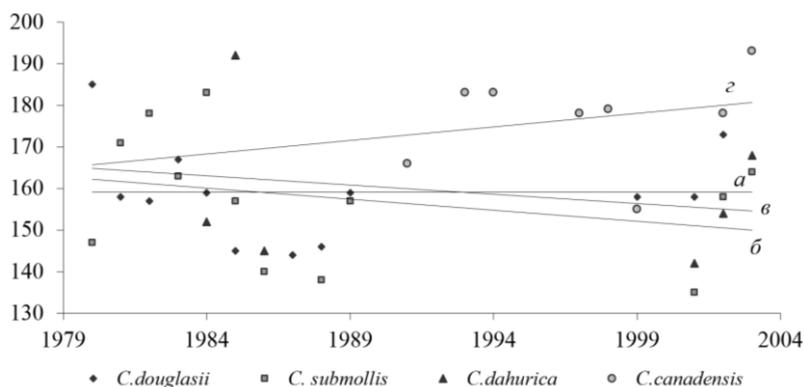


Рис. 30. Линейные односторонние регрессии ООП у представителей рода *Crataegus*. По оси X — год наблюдения, по оси Y — даты окончания одревеснения годичных побегов (по шкале Зайцева). Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *C. douglasii*, $y = -0,0006x + 160,29$; $R^2 = 2E-07$; *б* — *C. submollis*, $y = -0,527x + 1205,7$; $R^2 = 0,0833$; *в* — *C. dahurica*, $y = -0,4423x + 1040,5$; $R^2 = 0,0495$; *г* — *C. canadensis*, $y = 0,6552x - 1131,6$; $R^2 = 0,058$

Линейные односторонние регрессии СкОП у всех исследуемых видов боярышников имеют нисходящий характер и по углу наклона существенно не различаются (см. рис. 31).

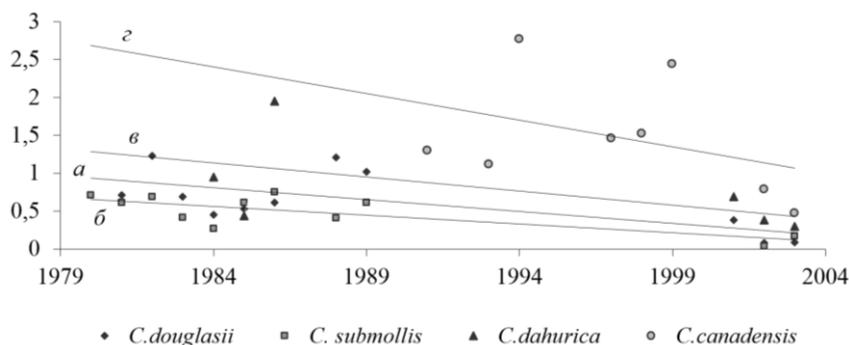


Рис. 31. Линейные односторонние регрессии СкОП у представителей рода *Crataegus*. По оси Y — СкОП, см/сутки; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *Crataegus douglasii*, $y = -0,0314x + 63,022$; $R^2 = 0,4462$; *б* — *C. submollis*, $y = -0,0232x + 46,682$; $R^2 = 0,5978$; *в* — *C. dahurica*, $y = -0,0369x + 74,305$; $R^2 = 0,3113$; *г* — *C. canadensis*, $y = -0,0702x + 141,64$; $R^2 = 0,1472$

В отличие от линейных регрессий ООП, слабо нисходящий тренд и отрицательный коэффициент регрессий ОВП характерны для неустойчивого *C. canadensis*, а положительные коэффициенты и восходящие линии регрессий — для высокоустойчивых видов (см. рис. 32).

Характер линейных односторонних регрессий ПОЛ исследуемых видов р. *Crataegus* зависит от их жизненной формы и зимостойкости. Растения высокоустойчивого *C. dahurica* (дерево кустарникового типа) отличаются выраженным нисходящим, а слабоустойчивого *C. canadensis* (дерево лесостепного типа) — восходящим трендом данного признака (см. рис. 33).

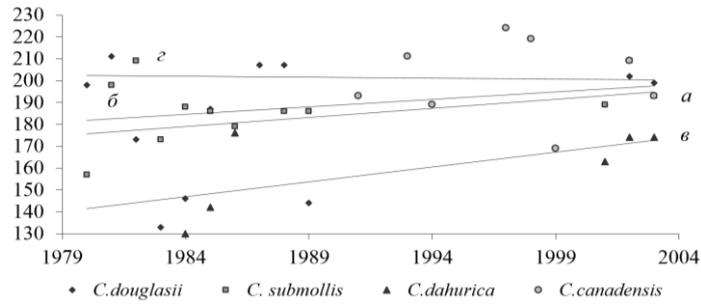


Рис. 32. Линейные односторонние регрессии ОВП у представителей рода *Crataegus*. По оси Y — ОВП, даты по шкале Зайцева, по оси X — год наблюдения.

Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *C. douglasii*, $y = 0,8301x - 1467,8$; $R^2 = 0,065$; *б* — *C. submollis*, $y = 0,6758x - 1156,2$; $R^2 = 0,1576$; *в* — *C. dahurica*, $y = 1,3543x - 2539,9$; $R^2 = 0,4266$; *г* — *C. canadensis*, $y = -0,0778x + 356,32$; $R^2 = 0,0003$

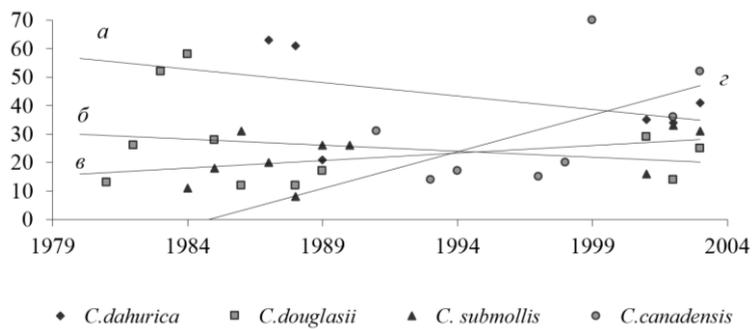


Рис. 33. Линейные односторонние регрессии ПОЛ у представителей рода *Crataegus*. По оси Y — ПОЛ, сутки; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *Crataegus dahurica*, $y = -0,943x + 1923,7$; *б* — *C. douglasii*, $y = -0,4217x + 864,88$; *в* — *C. submollis*, $y = 0,5234x - 1020,3$; *г* — *C. canadensis*, $y = 2,5783x - 5117,4$

Наиболее зимостойкие представители видов данного рода *Crataegus* *C. douglasii*, *C. submollis* и *C. dahurica* имеют горизонтальные или слабо нисходящие, а слабоустойчивый *C. canadensis* — восходящий тренды темпоральной изменчивости зимостойкости объектов (см. рис. 34).

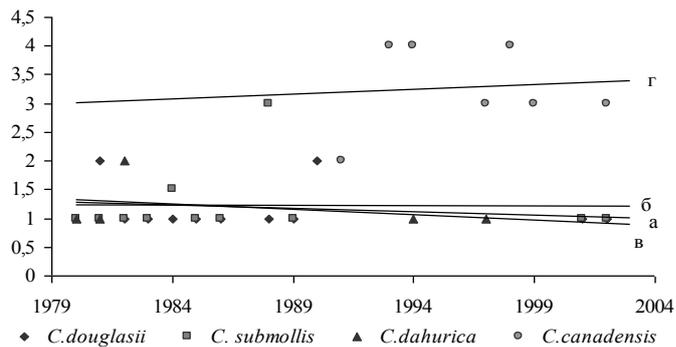


Рис. 34. Линейные односторонние регрессии зимостойкости у представителей рода *Crataegus*. По оси Y — зимостойкость, балл; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *C. douglasii*, $y = -0,0109x + 22,879$; $R^2 = 0,037$; *б* — *C. submollis*, $y = -0,0007x + 2,6674$; $R^2 = 8E-05$; *в* — *C. dahurica*, $y = -0,0185x + 38,049$; $R^2 = 0,1113$; *г* — *C. canadensis*, $y = 0,0163x - 29,333$; $R^2 = 0,0068$

3.1.1.4. Под Padus

Данный род представлен различными по устойчивости видами со значениями зимостойкости от 1 до 2,27 баллов и жизненными формами одноствольных деревьев, за исключением растений *P. asiatica*, представленных деревьями кустарникового типа. Результаты одностороннего линейного анализа временных рядов исследуемых признаков объектов данного рода представлены на рис. 35–44.

Линейные односторонние регрессии ПВП *P. asiatica*, *P. borealis* и *P. virginiana* имеют почти горизонтальный характер, а *P. pensylvanica* — явно восходящий (см. рис. 35).

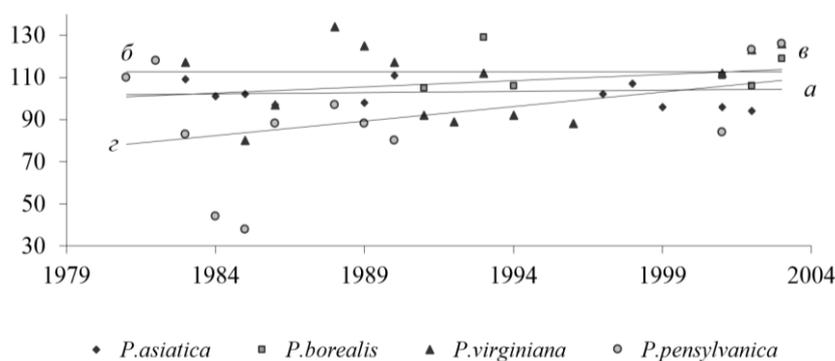


Рис. 35. Линейные односторонние регрессии ПВП у представителей рода *Padus*.

По оси Y — ПВП, сутки; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *P. asiatica*, $y = 0,1104x - 116,76$; $R^2 = 0,0088$; *б* — *P. borealis*, $y = -0,0097x + 132,06$; $R^2 = 3E-05$; *в* — *P. virginiana*, $y = 0,5856x - 1059,2$; $R^2 = 0,0457$; *г* — *P. pensylvanica*, $y = 1,3784x - 2652,3$; $R^2 = 0,1556$

Как видно, тренды ПРП (см. рис. 36) и ДП (см. рис. 37) имеют восходящий характер только у дерева кустарникового типа *P. asiatica* и нисходящий — у остальных видов черемух.

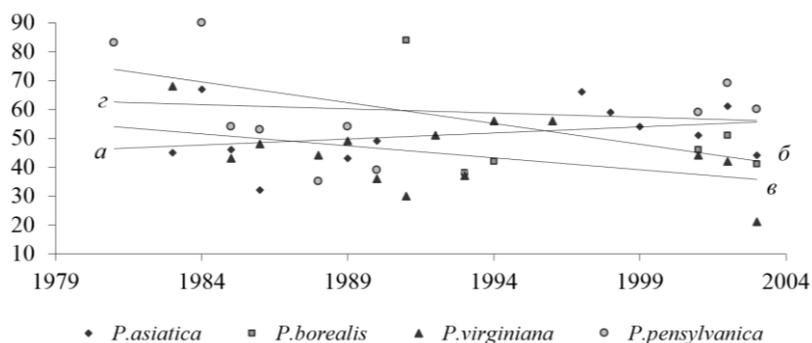


Рис. 36. Линейные односторонние регрессии ПРП у представителей рода *Padus*.

По оси Y — ПРП, сутки; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *P. asiatica*, $y = 0,4128x - 771,37$; $R^2 = 0,0917$; *б* — *P. borealis*, $y = -1,4393x + 2925,1$; $R^2 = 0,1947$; *в* — *P. virginiana*, $y = -0,8299x + 1698$; $R^2 = 0,1989$; *г* — *P. pensylvanica*, $y = -0,2927x + 642,43$; $R^2 = 0,0187$

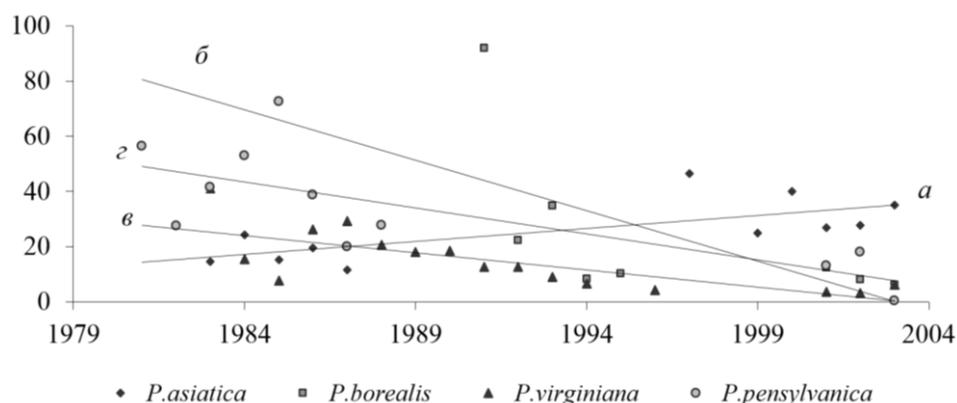


Рис. 37. Линейные односторонние регрессии ДП у представителей рода *Padus*. По оси Y — ДП, см; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *P. asiatica*, $y = 0,9385x - 1844,7$; $R^2 = 0,4944$; *б* — *P. borealis*, $y = -3,6581x + 7327,3$; $R^2 = 0,3729$; *в* — *P. virginiana*, $y = -1,2382x + 2480,4$; $R^2 = 0,5459$; *г* — *P. pensylvanica*, $y = -1,8781x + 3769,6$; $R^2 = 0,5542$

Тренды темпоральных изменений ПОП у зимостойких видов черемухи *P. asiatica* и *P. borealis* нисходящие, у *P. pensylvanica* тренд практически горизонтален, у *P. virginiana* — слабо восходящий (см. рис. 38).

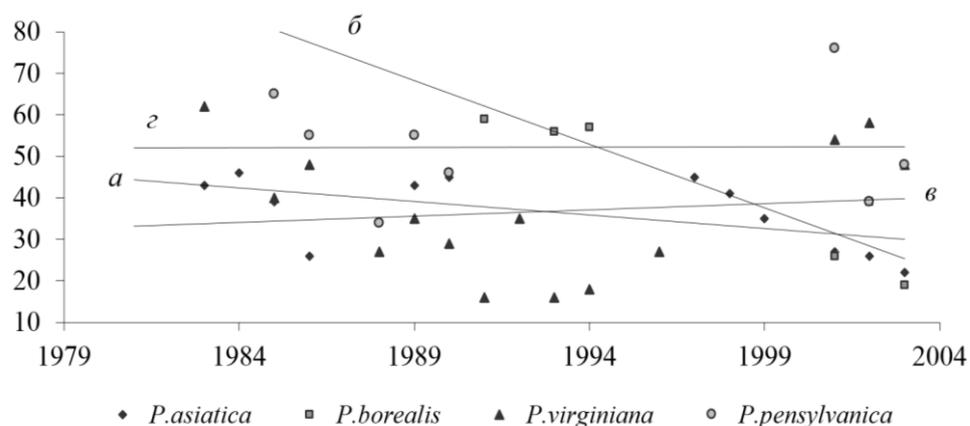


Рис. 38. Линейные односторонние регрессии ПОП у представителей рода *Padus*. По оси Y — ПОП, сутки; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *P. asiatica*, $y = -0,6499x + 1331,7$; $R^2 = 0,3115$; *б* — *P. borealis*, $y = -3,068x + 6170,4$; $R^2 = 0,861$; *в* — *P. virginiana*, $y = 0,3051x - 571,16$; $R^2 = 0,0154$; *г* — *P. pensylvanica*, $y = 0,0147x + 22,941$; $R^2 = 7E-05$

Односторонние линейные регрессии СкРП и СкОП черемух (см. рис. 39, 40) имеют тот же характер трендов, что и в случае ПРП и ДП (см. рис. 36, 37, 46).

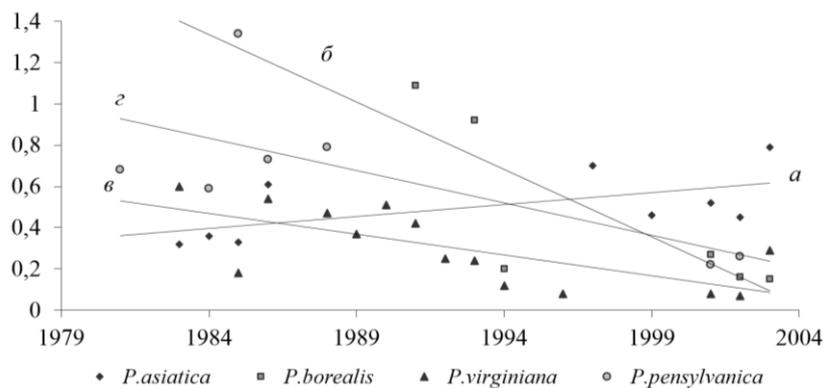


Рис. 39. Линейные односторонние регрессии СкРП у представителей рода *Padus*. По оси Y — СкРП, см/сутки; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *P. asiatica*, $y = 0,0115x - 22,492$; $R^2 = 0,3546$; *б* — *P. borealis*, $y = -0,0653x + 130,92$; $R^2 = 0,6523$; *в* — *P. virginiana*, $y = -0,0202x + 40,468$; $R^2 = 0,475$; *г* — *P. pensylvanica*, $y = -0,0313x + 63,023$; $R^2 = 0,4961$

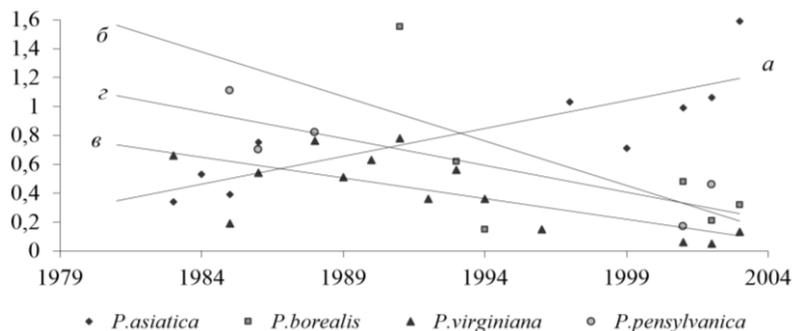


Рис. 40. Линейные односторонние регрессии СкОП у представителей рода *Padus*. По оси Y — СкОП, см/сутки; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *P. asiatica*, $y = 0,0385x - 75,995$; $R^2 = 0,7067$; *б* — *P. borealis*, $y = -0,0615x + 123,45$; $R^2 = 0,3885$; *в* — *P. virginiana*, $y = -0,0287x + 57,498$; $R^2 = 0,4874$; *г* — *P. pensylvanica*, $y = -0,0371x + 74,51$; $R^2 = 0,7584$

Линейные односторонние регрессии ООП (см. рис. 41) представлены нисходящим типом у *P. asiatica*, *P. borealis* и *P. pensylvanica* и восходящим — у *P. virginiana*.

Тренды темпоральных изменений ОВП (см. рис. 42) имеют нисходящий (*P. asiatica*, *P. borealis*), восходящий (*P. pensylvanica*) и близкий к горизонтальному (*P. virginiana*) характеры.

Линейные односторонние регрессии ПОЛ представлены восходящим (*P. asiatica*, *P. borealis*) и нисходящим (*P. virginiana*, *P. pensylvanica*) типами трендов (см. рис. 43).

Зимостойкость возрастает только у *P. pensylvanica*, что выражается в нисходящем типе линейного тренда, остальные виды исследуемых представителей рода Черемуха обладают достаточной зимостойкостью, что и отражается в примерно горизонтальных трендах (см. рис. 44).

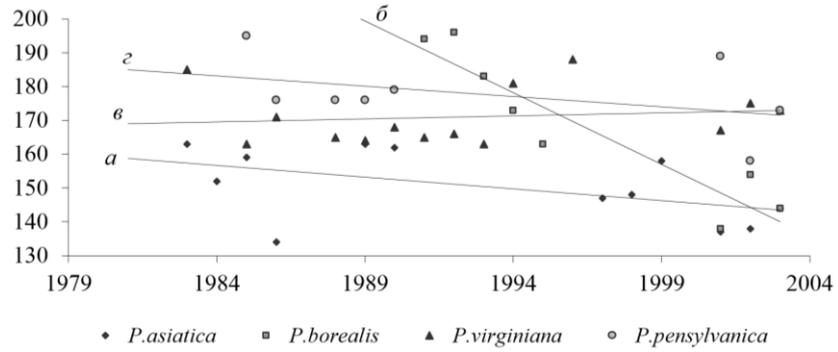


Рис. 41. Линейные односторонние регрессии ООП у представителей рода *Padus*. По оси Y — ООП, даты по шкале Зайцева, по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *P. asiatica*, $y = -0,6903x + 1526,2$; $R^2 = 0,2449$; *б* — *P. borealis*, $y = -4,2372x + 8627,2$; $R^2 = 0,8636$; *в* — *P. virginiana*, $y = 0,1798x - 187,24$; $R^2 = 0,0185$; *г* — *P. pensylvanica*, $y = -0,6103x + 1394,1$; $R^2 = 0,1793$

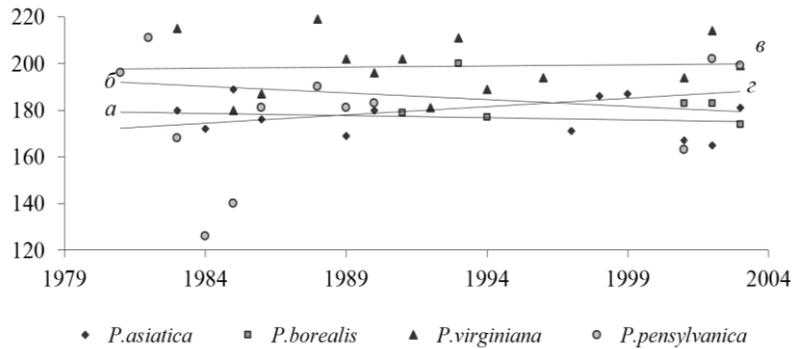


Рис. 42. Линейные односторонние регрессии ОВП у представителей рода *Padus*. По оси Y — ОВП, даты по шкале Зайцева, по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *Padus asiatica*, $y = -0,184x + 543,61$; $R^2 = 0,0298$; *б* — *P. borealis*, $y = -0,5777x + 1336,5$; $R^2 = 0,1088$; *в* — *P. virginiana*, $y = 0,1026x - 5,6503$; $R^2 = 0,0027$; *г* — *P. pensylvanica*, $y = 0,7143x - 1242,7$; $R^2 = 0,0509$

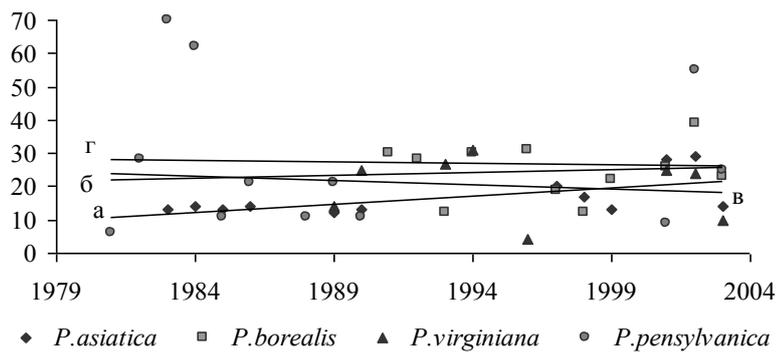


Рис. 43. Линейные односторонние регрессии ПОЛ у представителей рода *Padus*. По оси Y — ПОЛ, сутки, по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *Padus asiatica*, $y = 0,478x - 935,95$; *б* — *P. borealis*, $y = 0,1701x - 314,9$; *в* — *P. virginiana*, $y = -0,25x + 519$; *г* — *P. pensylvanica*, $y = -0,1033x + 232,92$

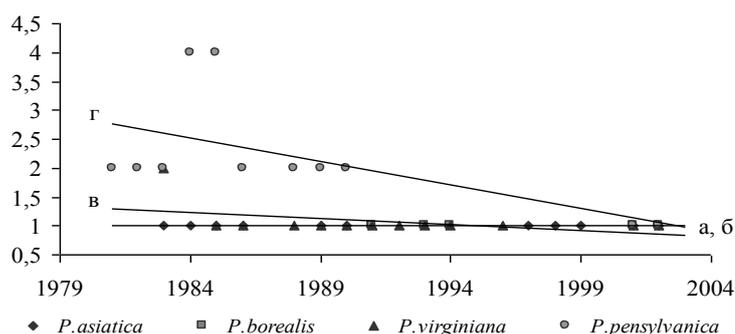


Рис. 44. Линейные односторонние регрессии зимостойкости у представителей рода *Padus*. По оси Y — зимостойкость, балл, по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: а — *Padus asiatica*, $y = 1$; б — *P. borealis*, $y = 1$; в — *P. virginiana*, $y = -0,0216x + 44,102$; $R^2 = 0,1998$; г — *P. pensylvanica*, $y = -0,0818x + 164,73$; $R^2 = 0,3525$

3.1.1.5. Под *Ribes*

Жизненные формы представителей этого рода представлены прямостоячими и простратными кустарниками. Их зимостойкость колеблется от 1,5 до 2,28 баллов. Результаты регрессионного одностороннего анализа признаков показаны на рисунках 45–54.

Судя по рис. 45, практически горизонтальная линия регрессии ПВП наблюдается у *R. carpaticum* и *R. komarovii*, восходящая — у *R. oxycanthoides* и *R. alpinum* и нисходящая — у представителей наименее зимостойкого вида *R. glaciale*.

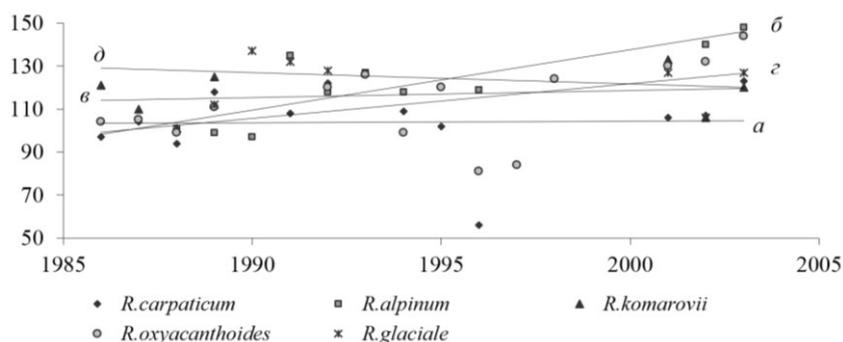


Рис. 45. Линейные односторонние регрессии ПВП у представителей рода *Ribes*. По оси Y — ПВП, сутки; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: а — *R. carpaticum*, $y = 0,0682x - 32,043$; $R^2 = 0,0004$; б — *R. alpinum*, $y = 2,8105x - 5483,4$; $R^2 = 0,6765$; в — *R. komarovii*, $y = 0,3351x - 551,62$; $R^2 = 0,0536$; г — *R. oxycanthoides*, $y = 1,6103x - 3098,7$; $R^2 = 0,2362$; д — *R. glaciale*, $y = -0,5196x + 1160,9$; $R^2 = 0,0859$

Результаты регрессионного анализа ПРП (см. рис. 46) свидетельствуют о практически горизонтальном тренде линии регрессии у *R. carpaticum*, восходящем — у *R. oxycanthoides* и *R. alpinum* и нисходящем — у *R. komarovii* и *R. glaciale*.

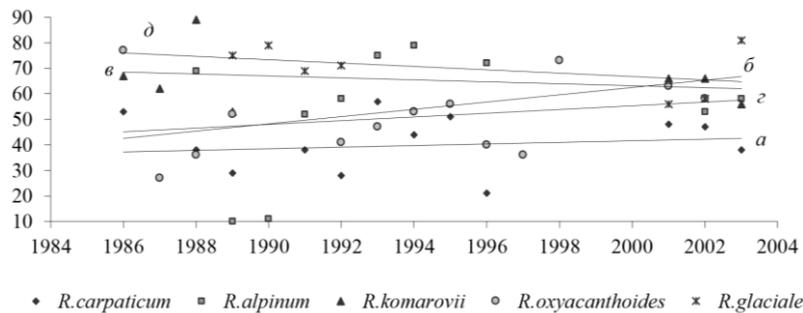


Рис. 46. Линейные односторонние регрессии ПРП у представителей рода *Ribes*. По оси Y — ПРП, сутки; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *R. carpaticum*, $y = 0,3065x - 571,47$; $R^2 = 0,0243$; *б* — *R. alpinum*, $y = 1,429x - 2795,5$; $R^2 = 0,09$; *в* — *R. komarovii*, $y = -0,3915x + 846,16$; $R^2 = 0,0692$; *г* — *R. oxyacanthoides*, $y = 0,7288x - 1402,3$; $R^2 = 0,0644$; *д* — *R. glaciale*, $y = -0,6571x + 1381$; $R^2 = 0,1774$

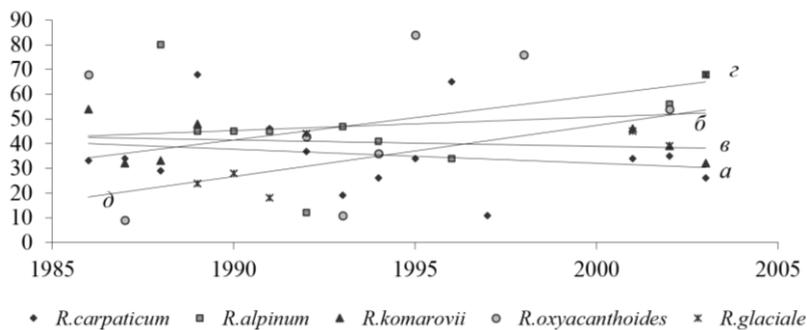


Рис. 47. Линейные односторонние регрессии ПОП у представителей рода *Ribes*. По оси Y — ПОП, сутки; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *R. carpaticum*, $y = -0,5736x + 1179,3$; $R^2 = 0,0414$; *б* — *R. alpinum*, $y = 0,5492x - 1047,8$; $R^2 = 0,0237$; *в* — *R. komarovii*, $y = -0,2473x + 533,57$; $R^2 = 0,0476$; *г* — *R. oxyacanthoides*, $y = 1,8079x - 3556,2$; $R^2 = 0,1149$; *д* — *R. glaciale*, $y = 2,0752x - 4102,9$; $R^2 = 0,5984$

Линейные односторонние регрессии ПОП, показанные на рис. 47, относятся к нисходящему (*R. carpaticum* и *R. komarovii*) и восходящему (*R. alpinum*, *R. oxyacanthoides* и *R. glaciale*) типам.

Направление линии односторонних регрессий ДП (см. рис. 48) у исследуемых видов смородин близки к горизонтальному у *R. carpaticum*, *R. oxyacanthoides* и *R. alpinum*, нисходящий характер имеет в случае с *R. komarovii* и восходящий — у *R. glaciale*.

Линии односторонних регрессий СкРП, изображенные на рис. 49, относятся к восходящему и нисходящему типам. Слабо восходящий линейный тренд наблюдается у *R. alpinum*, восходящий с большим значением коэффициента уравнения — у *R. glaciale*. Нисходящие линии регрессий с незначительными значениями отрицательного коэффициента уравнения наблюдаются у *R. carpaticum* и *R. oxyacanthoides*, нисходящие с большим его значением — у *R. komarovii*.

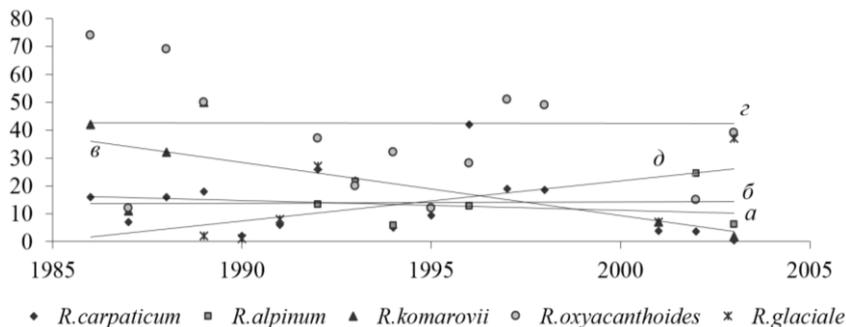


Рис. 48. Линейные односторонние регрессии ДП у представителей рода *Ribes*. По оси Y — ПОП, сутки; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *R. carpaticum*, $y = -0,3547x + 720,73$; $R^2 = 0,0298$; *б* — *R. alpinum*, $y = 0,0425x - 70,872$; $R^2 = 0,0007$; *в* — *R. komarovii*, $y = -1,9146x + 3838,5$; $R^2 = 0,5228$; *г* — *R. oxyacanthoides*, $y = -0,009x + 60,566$; $R^2 = 3E-06$; *д* — *R. glaciale*, $y = 1,4327x - 2843,7$; $R^2 = 0,3436$

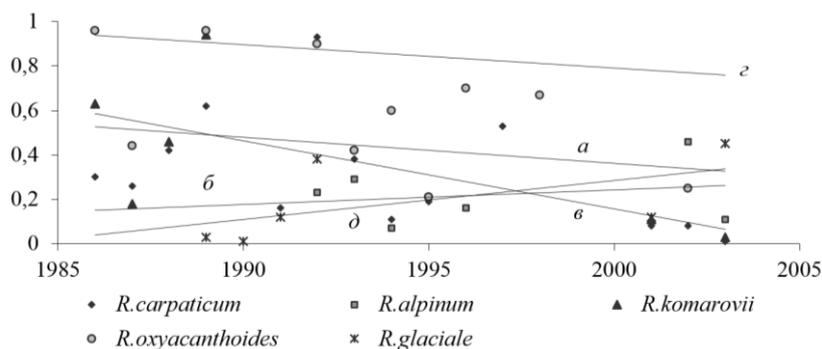


Рис. 49. Линейные односторонние регрессии СкРП у представителей рода *Ribes*. По оси Y — СкРП, см/сутки; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *R. carpaticum*, $y = -0,0117x + 23,726$; $R^2 = 0,0156$; *б* — *R. alpinum*, $y = 0,0065x - 12,693$; $R^2 = 0,0462$; *в* — *R. komarovii*, $y = -0,0306x + 61,433$; $R^2 = 0,4371$; *г* — *R. oxyacanthoides*; $y = -0,0105x + 21,861$; $R^2 = 0,0103$; *д* — *R. glaciale*, $y = 0,0175x - 34,734$; $R^2 = 0,328$

Восходящим типом односторонней регрессии СкОП (см. рис. 50) отличается наименее зимостойкий из рассматриваемых видов смородины *R. glaciale*. У *R. carpaticum* наблюдается горизонтальный тренд данного признака, у остальных исследуемых видов он нисходящий.

На рисунке 51 показаны линейные регрессии временных изменений ООП у исследуемых видов смородины. Хорошо заметен значительно отличающийся коэффициентом регрессии восходящий тренд *R. alpinum*. Остальные виды смородин обладают менее выраженными углами наклона трендов.

Из линий односторонних регрессий ОВП (см. рис. 52) и ПОЛ (см. рис. 53) нисходящим характером выделяются только линии регрессий наименее устойчивого вида по средним баллам перезимовки *R. glaciale*. Более значительными положительными значениями угловых коэффициентов обладают *R. alpinum* и *R. oxyacanthoides*.

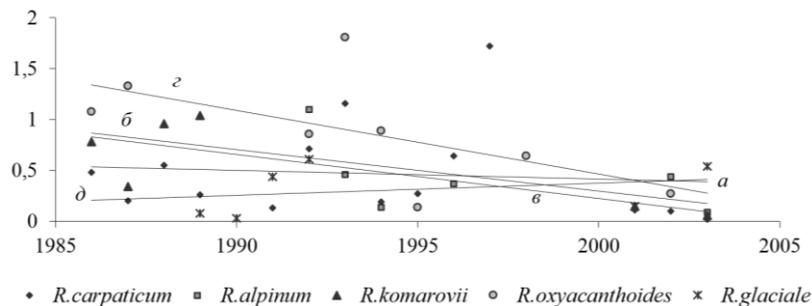


Рис. 50. Линейные односторонние регрессии СкОП у представителей рода *Ribes*. По оси Y — СкОП, см/сутки; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *R. carpaticum*, $y = -0,0086x + 17,678$; $R^2 = 0,01$; *б* — *R. alpinum*, $y = -0,0406x + 81,555$; $R^2 = 0,2814$; *в* — *R. komarovii*, $y = -0,0433x + 86,812$; $R^2 = 0,595$; *г* — *R. oxyacanthoides*, $y = -0,0625x + 125,36$; $R^2 = 0,3664$; *д* — *R. glaciale*, $y = 0,0122x - 23,986$; $R^2 = 0,0859$

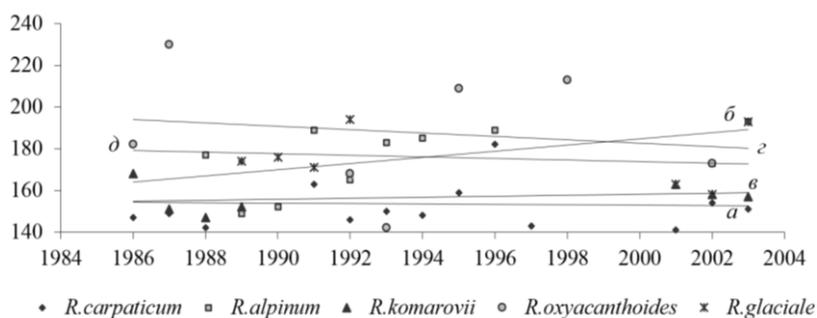


Рис. 51. Линейные односторонние регрессии ООП у представителей рода *Ribes*. По оси Y — ООП, даты по шкале Зайцева; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *R. carpaticum*, $y = -0,0884x + 329,85$; $R^2 = 0,0016$; *б* — *R. alpinum*, $y = 1,4816x - 2778,6$; $R^2 = 0,2401$; *в* — *R. komarovii*, $y = 0,2399x - 321,7$; $R^2 = 0,0666$; *г* — *R. oxyacanthoides*, $y = -0,8099x + 1802,6$; $R^2 = 0,0229$; *д* — *R. glaciale*, $y = -0,3796x + 933$; $R^2 = 0,0297$

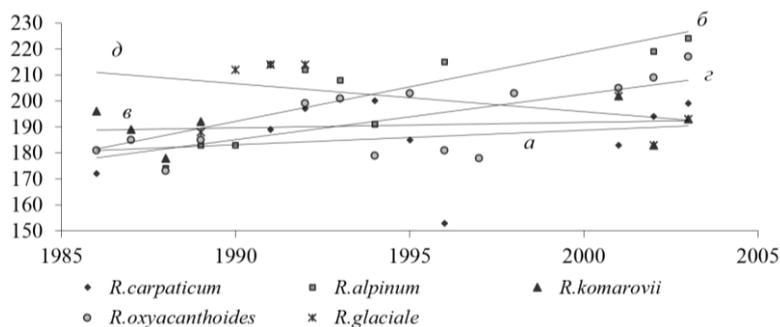


Рис. 52. Линейные односторонние регрессии ОВП у представителей рода *Ribes*. По оси Y — ОВП, даты по шкале Зайцева; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *R. carpaticum*, $y = 0,565x - 941,21$; $R^2 = 0,0548$; *б* — *R. alpinum*, $y = 2,6611x - 5103,4$; $R^2 = 0,5957$; *в* — *R. komarovii*, $y = 0,2092x - 226,61$; $R^2 = 0,0417$; *г* — *R. oxyacanthoides*, $y = 1,7499x - 3297,1$; $R^2 = 0,489$; *д* — *R. glaciale*, $y = -1,0764x + 2348,7$; $R^2 = 0,2663$

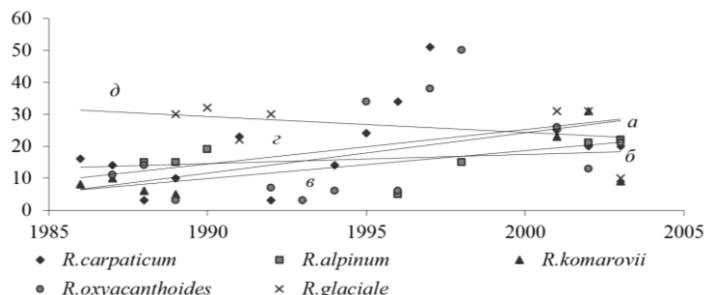


Рис. 53. Линейные односторонние регрессии ПОЛ у представителей рода *Ribes*. По оси Y — ПОЛ, сутки; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *Ribes carpaticum*, $y = 1,0744x - 2123,6$; *б* — *R. alpinum*, $y = 0,2877x - 558,06$; *в* — *R. komarovii*, $y = 0,8744x - 1730,2$; *г* — *R. oxyacanthoides*, $y = 1,2577x - 2491,2$; *д* — *R. glaciale*, $y = -0,4908x + 1006$

Наиболее устойчивый вид *R. carpaticum* характеризуется горизонтальным, *R. komarovii* и *R. oxyacanthoides* — слабо нисходящими, *R. alpinum* — более значительно нисходящим, а наименее зимостойкий *R. glaciale* — слабо восходящим типами трендов (см. рис. 54).

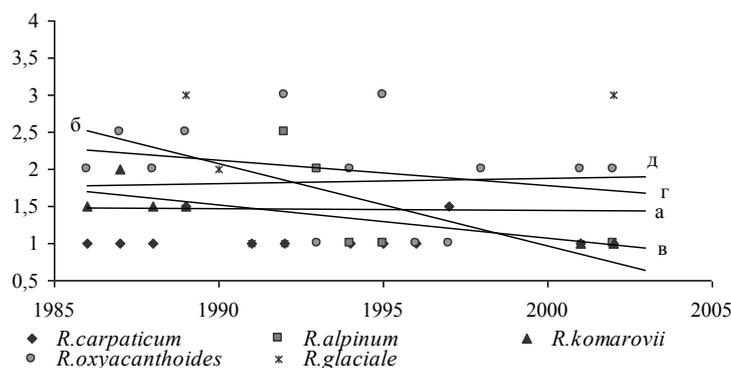


Рис. 54. Линейные односторонние регрессии зимостойкости у представителей рода *Ribes*. По оси Y — зимостойкость, балл; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *R. carpaticum*, $y = -0,003x + 7,4801$; $R^2 = 0,0001$; *б* — *R. alpinum*, $y = -0,1115x + 223,89$; $R^2 = 0,3901$; *в* — *R. komarovii*, $y = -0,0447x + 90,386$; $R^2 = 0,7513$; *г* — *R. oxyacanthoides*, $y = -0,0343x + 70,369$; $R^2 = 0,0686$; *д* — *R. glaciale*, $y = 0,007x - 12,112$; $R^2 = 0,0017$

3.1.1.6. Под *Sorbus*

Этот род представлен четырьмя видами одной жизненной формы (деревом кустарникового типа) с зимостойкостью от 1 до 2 баллов. Данные по одностороннему линейному регрессионному анализу временных рядов всех исследуемых признаков представителей данного рода показаны на рис. 55–64.

Результаты анализа регрессии ПВП у рябин (см. рис. 55) свидетельствуют о постепенном снижении угла наклона линий регрессии с уменьшением коэффициентов регрессии от +3,598 у *S. aucuparia* до -0,196 у *S. turkestanica*.

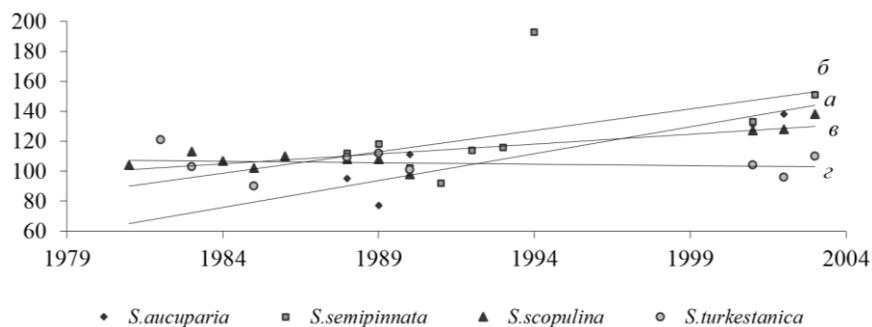


Рис. 55. Линейные односторонние регрессии ПВП у представителей рода *Sorbus*. По оси Y — ПВП, сутки; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *S. aucuparia*, $y = 3,5981x - 7062,8$; $R^2 = 0,852$; *б* — *S. semipinnata*, $y = 2,8793x - 5614,1$; $R^2 = 0,2445$; *в* — *S. scopulina*, $y = 1,3289x - 2531,8$; $R^2 = 0,7272$; *г* — *S. turkestanica*, $y = -0,1961x + 495,55$; $R^2 = 0,0319$

Линейные односторонние регрессии ПРП (см. рис. 56) представлены только восходящим видом трендов с угловым коэффициентом от 1,32 (*S. aucuparia*) до почти горизонтального у *S. turkestanica*.

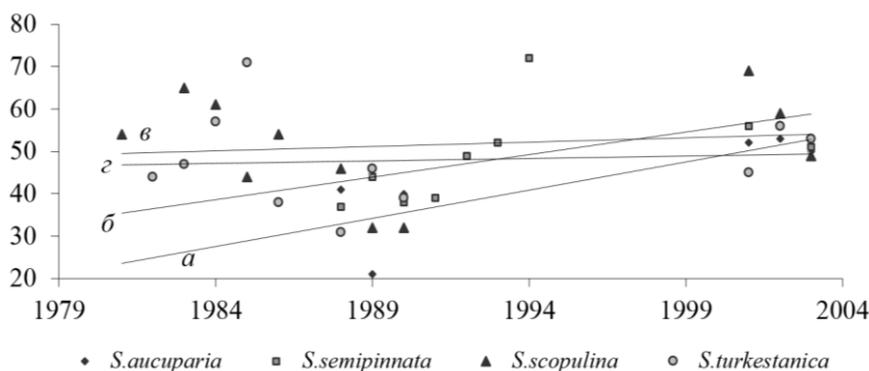


Рис. 56. Линейные односторонние регрессии ПРП у представителей рода *Sorbus*. По оси Y — ПРП, сутки; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *S. aucuparia*, $y = 1,3262x - 2603,6$; $R^2 = 0,6231$; *б* — *S. semipinnata*, $y = 1,0692x - 2082,8$; $R^2 = 0,2546$; *в* — *S. scopulina*, $y = 0,208x - 362,53$; $R^2 = 0,0186$; *г* — *S. turkestanica*, $y = 0,1182x - 187,41$; $R^2 = 0,0073$

Графики линейных регрессий ПОП (см. рис. 57) представлены восходящим (с угловым коэффициентом около 1,4) у *S. aucuparia* и *S. semipinnata*, близким к горизонтальному (с угловым коэффициентом около 0,01) у *S. scopulina* и нисходящим у *S. turkestanica* типами трендов.

Линейные односторонние регрессии ДП у рябин, представленные на рис. 58, характеризуются нисходящей линией регрессии у *S. aucuparia* и восходящими у остальных видов рябин. Последний тип более выражен у *S. scopulina*, у *S. semipinnata* и *S. turkestanica* он близок к горизонтальному.

Линейные односторонние регрессии СКРП у исследуемых видов р. *Sorbus* (см. рис. 59) имеют нисходящие тренды у *S. aucuparia* и *S. semipinnata* и восходящие — у *S. scopulina* и *S. turkestanica*.

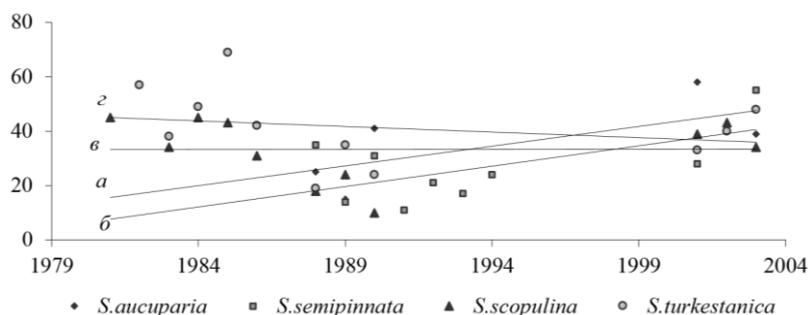


Рис. 57. Линейные односторонние регрессии ПОП у представителей рода *Sorbus*. По оси Y — ПОП, сутки; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *S. aucuparia*, $y = 1,4524x - 2861,7$; $R^2 = 0,4879$; *б* — *S. semipinnata*, $y = 1,4944x - 2952,8$; $R^2 = 0,3409$; *в* — *S. scopulina*, $y = 0,0131x + 7,2115$; $R^2 = 8E-05$; *з* — *S. turkestanica*, $y = -0,412x + 861,29$; $R^2 = 0,0524$

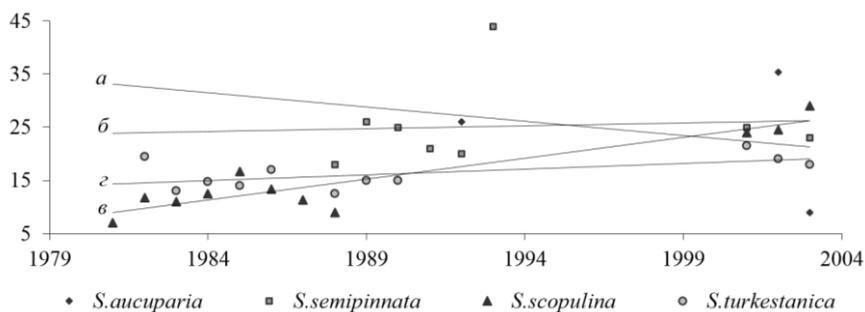


Рис. 58. Линейные односторонние регрессии ДП у представителей рода *Sorbus*. По оси Y — ДП, см; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *S. aucuparia*, $y = -0,5378x + 1098,6$; $R^2 = 0,0598$; *б* — *S. semipinnata*, $y = 0,1067x - 187,47$; $R^2 = 0,0054$; *в* — *S. scopulina*, $y = 0,7869x - 1549,8$; $R^2 = 0,8538$; *з* — *S. turkestanica*, $y = 0,2162x - 413,96$; $R^2 = 0,3487$

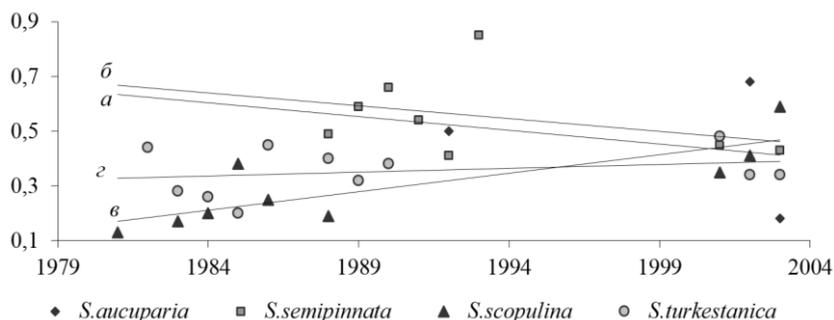


Рис. 59. Линейные односторонние регрессии СкрП у представителей рода *Sorbus*. По оси Y — СкрП, см/сутки; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *S. aucuparia*, $y = -0,01x + 20,443$; $R^2 = 0,0577$; *б* — *S. semipinnata*, $y = -0,0094x + 19,194$; $R^2 = 0,1259$; *в* — *S. scopulina*, $y = 0,0135x - 26,622$; $R^2 = 0,6716$; *з* — *S. turkestanica*, $y = 0,0028x - 5,2197$; $R^2 = 0,0658$

Регрессии СкОП у рябин (см. рис. 60) имеют нисходящий тренд у *S. semipinnata*, восходящий — у *S. scopulina* и близкий к горизонтальному — у *S. aucuparia* и *S. turkestanica*.

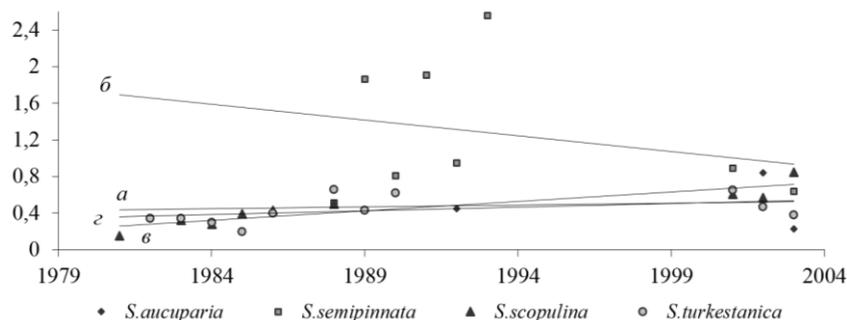


Рис. 60. Линейные односторонние регрессии СкОП у представителей рода *Sorbus*. По оси Y — СкОП, см/сутки; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *S. aucuparia*, $y = 0,0039x - 7,3273$; $R^2 = 0,006$; *б* — *S. semipinnata*, $y = -0,0343x + 69,599$; $R^2 = 0,0664$; *в* — *S. scopulina*, $y = 0,0206x - 40,629$; $R^2 = 0,8023$; *г* — *S. turkestanica*, $y = 0,0082x - 15,956$; $R^2 = 0,1868$

Положительные угловые коэффициенты линий регрессий возрастных изменений ООП исследуемых видов данного рода (см. рис. 61) варьируют от +1,689 у *S. aucuparia* до -0,721 у *S. turkestanica*. *S. semipinnata* и *S. scopulina* занимают в этом ряду промежуточное положение с трендом, близким к горизонтальному.

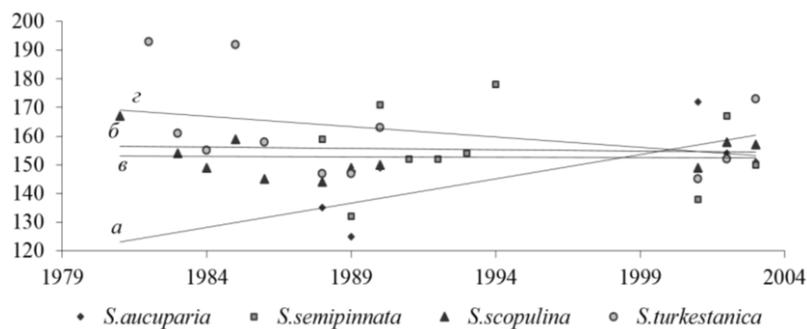


Рис. 61. Линейные односторонние регрессии ООП у представителей рода *Sorbus*. По оси Y — ООП, даты по шкале Зайцева; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *S. aucuparia*, $y = 1,6893x - 3223,4$; $R^2 = 0,557$; *б* — *S. semipinnata*, $y = -0,0912x + 337,11$; $R^2 = 0,0013$; *в* — *S. scopulina*, $y = -0,0258x + 204,1$; $R^2 = 0,0009$; *г* — *S. turkestanica*, $y = -0,7213x + 1597,9$; $R^2 = 0,1132$

Линейные односторонние регрессии ОВП у исследуемых видов рябин (см. рис. 62) также варьируют от положительного до отрицательного с коэффициентами регрессии от +2,262 у *S. aucuparia* до -0,553 у *S. turkestanica*. Существенно, что в данном случае убывание коэффициента регрессии связано с уменьшением зимостойкости.

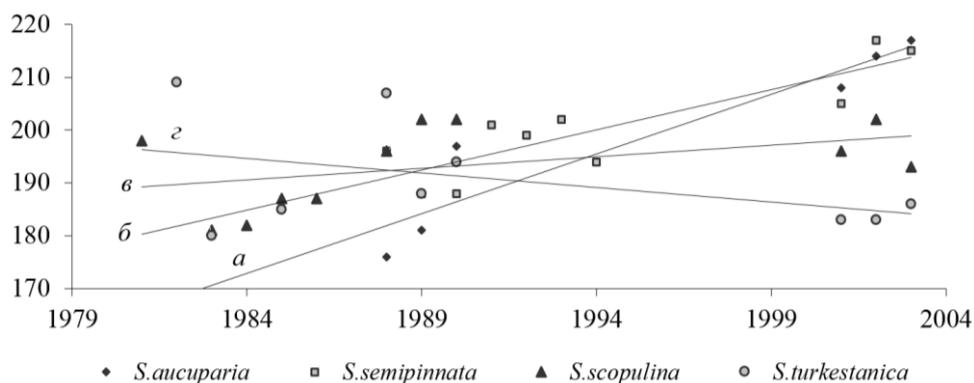


Рис. 62. Линейные односторонние регрессии ОВП у представителей рода *Sorbus*.

По оси Y — ОВП, даты по шкале Зайцева; по оси X — год наблюдения.

Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *S. aucuparia*, $y = 2,2621x - 4315,3$; $R^2 = 0,8862$; *b* — *S. semipinnata*, $y = 1,5259x - 2842,5$; $R^2 = 0,7495$; *в* — *S. scopulina*, $y = 0,4406x - 683,56$; $R^2 = 0,2014$; *z* — *S. turkestanica*, $y = -0,5539x + 1293,7$; $R^2 = 0,189$

Линейные односторонние регрессии ПОЛ у исследуемых видов р. *Sorbus* характеризуются двумя типами: нисходящим — у зимостойких *S. aucuparia* и *S. semipinnata*, восходящим — у менее зимостойких *S. scopulina* и *S. turkestanica* (см. рис. 63).

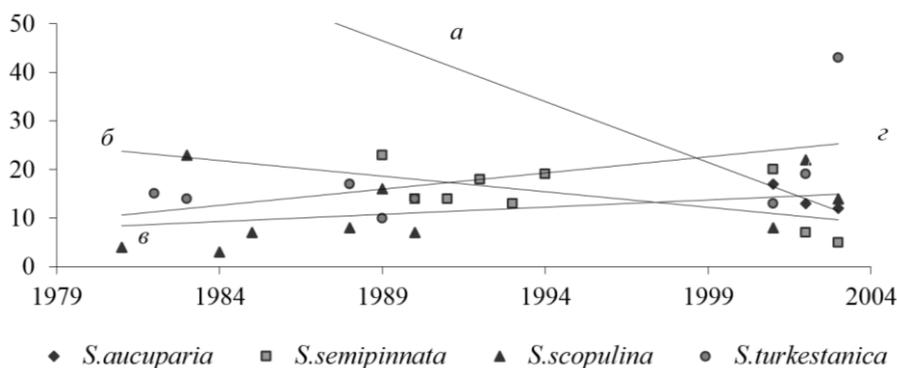


Рис. 63. Линейные односторонние регрессии ПОЛ у представителей рода *Sorbus*.

По оси Y — ПОЛ, сутки; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *Sorbus aucuparia*, $y = -2,5x + 5019$; *b* — *S. semipinnata*, $y = -0,6417x + 1294,9$; *в* — *S. scopulina*, $y = 0,295x - 576,07$; *z* — *S. turkestanica*, $y = 0,6681x - 1313$

Все устойчивые виды данного рода характеризуются линейным трендом, а наименее устойчивый *S. turkestanica* — слабо восходящим (см. рис. 64).

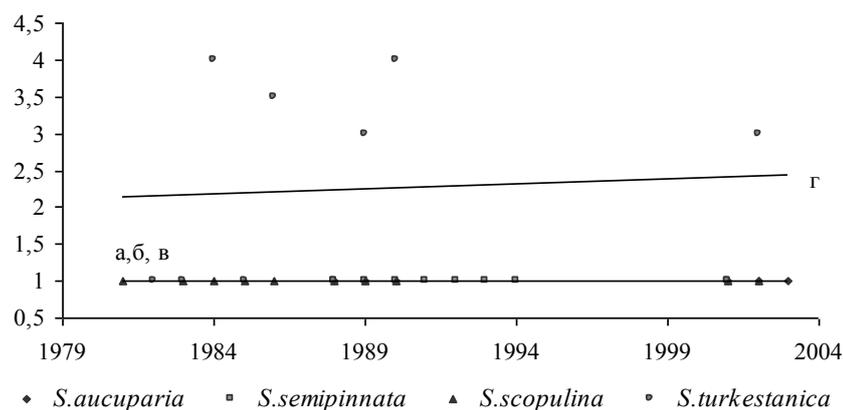


Рис. 64. Линейные односторонние регрессии зимостойкости у представителей рода *Sorbus*. По оси Y — зимостойкость, балл; по оси X — год наблюдения. Графики и уравнения линейных регрессий: *a* — *S. aucuparia*, $y = 1$; *б* — *S. semipinnata*, $y = 1$; *в* — *S. scopulina*, $y = 1$; *г* — *S. turkestanica*, $y = 0,0144x - 26,48$; $R^2 = 0,0056$

3.1.2. Классификация интродуцентов по зимостойкости, фенологическим параметрам и характеру адаптации

В предыдущих разделах был проведен анализ динамики фенологических и биометрических показателей адаптации с использованием линейного одностороннего регрессионного анализа. При этом было выявлено два основных направления изменений исследуемых растений: по грациям активности-пассивности и устойчивости-неустойчивости адаптивных модификаций. Данные главы 3 были проанализированы с позиций отношения к физиологическому возрасту двух основных характеристик акклиматизационного процесса — увеличения зимостойкости и общей устойчивости. Поскольку изменчивость используемых в настоящей работе единиц сравнения — жизненных форм — не может не зависеть от вариаций физиологического возраста, характер взаимоотношений исследуемых свойств в конкретных объектах должен быть достаточно сложен. Однако, хотя сравнительный анализ рядов, полученных в результате «разреза» массива данных в этом направлении, охватывает далеко не все аспекты акклиматизации дендроинтродуцентов на Севере, полученные результаты позволяют приблизиться к пониманию наиболее общих закономерностей ее временного развития.

Дихотомия выявленных особенностей возрастной динамики анализируемых характеристик позволяет разделить исследуемые объекты на следующие группы по характеру их адаптации (рис. 65).

Таким образом, характер методов стимуляции акклиматизационных процессов должен определяться особенностями темпоральной изменчивости физиологического возраста и связанной с ним общей устойчивости.

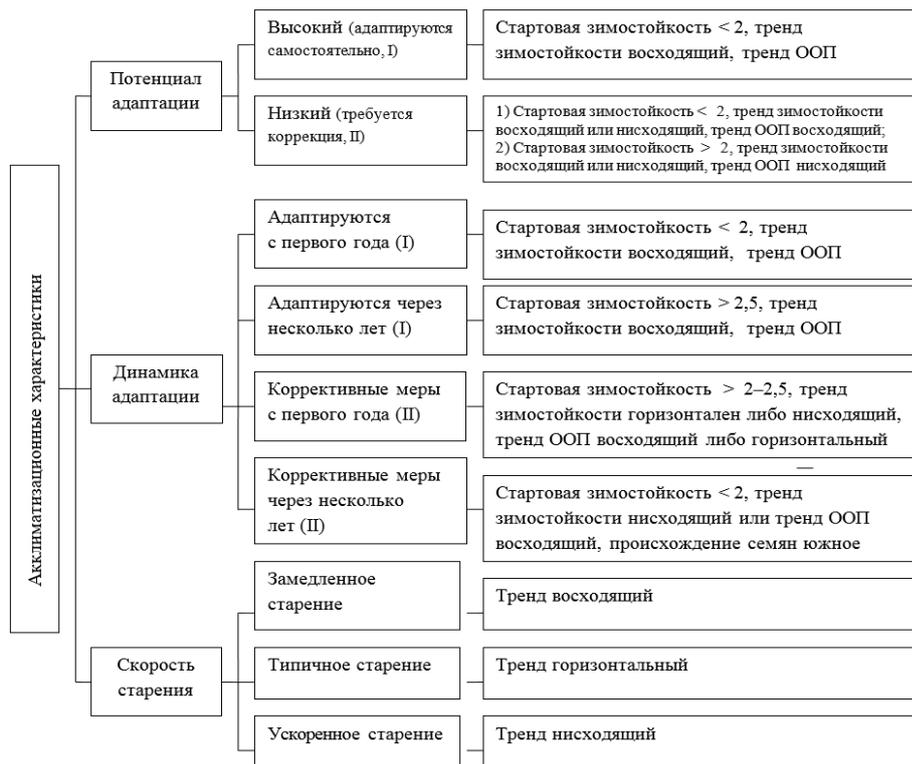


Рис. 65. Структура основных характеристик акклиматизационного процесса. Скорость старения определяется по тренду скорости роста и одревеснения побегов для одноствольных деревьев и прорастающих кустарников, по тренду длины побега — для деревьев кустарникового типа и прямостоячих кустарников

Суммируя их, можно заключить следующее.

1. Механизмы зимостойкости и общей устойчивости дендроинтродуцентов не идентичны, хотя и взаимодействуют друг с другом; каждый из них вносит свой собственный вклад в процесс акклиматизации.

2. Акклиматизационный рост зимостойкости дендроинтродуцентов в местных условиях происходит на фоне возрастания физиологического возраста (ФВ), в то время как увеличение общей устойчивости может происходить как при его возрастании, так и при его снижении.

3. По отношению к характеру многолетней динамики физиологического возраста обнаруженное разнообразие темпоральной изменчивости зимостойкости и общей устойчивости может быть классифицировано по четырем основным группам (рис. 66):

- (А) рост зимостойкости и общей устойчивости при увеличении ФВ;
- (Б) рост зимостойкости и снижение общей устойчивости при увеличении ФВ;
- (В) снижение зимостойкости и рост общей устойчивости при уменьшении ФВ;
- (Г) снижение зимостойкости и общей устойчивости при уменьшении ФВ.

А ↑↑↑ Б ↑↓↑ В ↓↓ ↓ Г ↓↓↓

Рис. 66. Типы адаптаций, выявленных у дендроинтродуцентов:
 ↓ — зимостойкость; ↓ — общая устойчивость; ↓ — физиологический возраст

Таким образом, можно предполагать существование целого спектра различных форм адаптаций у растений, различающихся по своей локализации в двумерной системе координат: (1) зимостойкость — общая устойчивость³¹ и (2) целостность — кластеризация структур различных (от субклеточных до организменного и надорганизменных иерархических) уровней. Гипотетически это можно представить в виде следующей схемы (рис. 67):



Рис. 67. Взаимодействие морфоанатомических адаптаций у дендроинтродуцентов

Обнаруженные нами состояния роста зимостойкости и снижения общей устойчивости при увеличении ФВ (Б) и снижения зимостойкости с ростом общей устойчивости при уменьшении ФВ (В) в этой схеме не являются экстремальными, поскольку более ярко качества пассивности-неустойчивости и активности-устойчивости проявляются в случаях одновременного падения зимостойкости и общей устойчивости с ростом ФВ или снижения всех анализируемых параметров соответственно.

В представленной на рис. 66 двумерной схеме ее правая и левая части (зоны реакций адаптаций широкого и узкого спектров действия соответственно) различаются по направлению изменений физиологического возраста. Поскольку все возрастзависимые процессы, включая старение, необратимы в принципе, эти различия могут быть обусловлены их различной скоростью у исследованных объектов либо существенными изменениями их морфофизиологического статуса (включая жизненную форму). Судя по обнаруженным нами переходным состояниям «Б» и «В» между группами, «А» и «Г», различные типы адаптаций могут превращаться друг в друга, причем, согласно классической теории Н. П. Кренке (1940), ведущим фактором этих трансформаций является варибельность физиологического возраста — от скорости его изменений до перемены направления, от старения к омоложению и наоборот (рис. 68).

Наблюдаемые при этом физиологические и морфологические вариации структур разных иерархических уровней дают основание говорить об отношениях двух оппозиций, согласно схеме устойчивости кратковременной (зимостойкости) — устойчивости общей (акклиматизационной) — и категорий целостности — кластеризации применительно к характеристикам жизненных форм — с другой.

³¹ Которая у дендроинтродуцентов в конечном счете определяется успехом их акклиматизации в новых условиях.

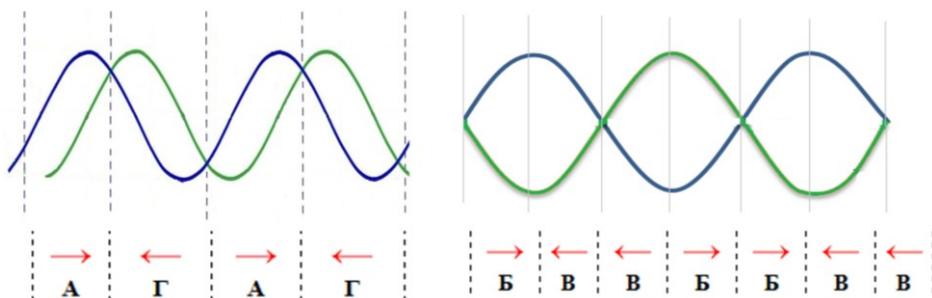


Рис. 68. Разные формы отношений зимостойкости и общей устойчивости:

↕ — зимостойкость; ↕ — общая устойчивость; ↕ — физиологический возраст

В связи с этим решение чисто практических задач долгосрочного прогноза физиологического состояния интродуцентов и определения методов воздействия на процесс их акклиматизации должно быть построено с учетом возрастной специфики каждого конкретного объекта и динамики его возрастных изменений. Применительно к задачам данного исследования эффективность использования интродуцированных деревьев и кустарников в качестве предмета ландшафтной терапии непосредственно зависит от их внешнего облика — согласно **рабочей гипотезе** (см. раздел 1.3), возможно не только положительное действие формирующегося зрительного образа, но и (что не исключено) отрицательное, которое может проявиться в результате восприятия растений или их композиций, утративших свою эстетичность в процессе старения. Так как создание лечебных ландшафтов предполагает их многолетнее использование, временной фактор может играть определяющую роль в эффективности ландшафтной терапии.

Отправной точкой данной части нашей работы послужило широко распространенное мнение о том, что устойчивость дендроинтродуцентов на Кольском Севере определяется соответствием эндогенных ритмов их вегетационного развития местной продолжительности летнего периода и особенностям смены погодных условий в это время (Александрова, Головкин, 1978; Шавров, 1961, 1971). Как известно, лето в этом регионе непродолжительное, и для него характерна неустойчивая погода, особенно в начале сезона (Семко, 1982, 1989). Наиболее адаптированные к местным условиям аборигены отличаются весьма высокой, в сравнении с интродуцентами, скоростью роста и развития, их ранним завершением и быстрым одревеснением годичных побегов (Сергеева, 1971).

При этом традиционный подход к оценке устойчивости древесно-кустарниковых интродуцентов в Мурманской области по своевременности завершения вегетационного цикла, использовавшийся для нескольких поколений интродукторов Полярно-альпийского ботанического сада (Аврорин и др., 1964; Александрова, Головкин, 1978; Казаков и др., 1993), оказался не всегда эффективным, поскольку, по личному опыту авторов, относительно высокая устойчивость таких растений с возрастом может снижаться. В связи с этим было логично предположить, что объединенные по данному признаку образцы достаточно сильно дифференцированы по резистентности к неблагоприятным факторам Кольского полуострова, а само это качество определяется более сложным сочетанием физиологических характеристик растения. В связи с этим,

естественно, вставали вопросы: в какой мере для оценки устойчивости могут использоваться данные фенологических наблюдений и на основании чего возможен прогноз многолетней динамики этого качества? Последний имел особенно важное значение для решения практических задач озеленения северных городов.

Проведенное исследование не подтвердило существование непосредственной связи зимостойкости с принадлежностью интродуцентов к различным климато- и феногруппам, что позволило усомниться в целесообразности оценки их устойчивости на Кольском полуострове только с этих позиций. Поэтому, используя классические представления Н. П. Кренке (1940), мы предположили, что в условиях Кольского Севера зимостойкость и общая устойчивость дендроинтродуцентов в основном определяются не константными, а возрастзависимыми состояниями защитных систем растения. Для оценки прогностических возможностей такого подхода было необходимо исследовать характер временной изменчивости параметров внутренней среды различных интродуцентов, характеризующих их зимостойкость, общую устойчивость и физиологический возраст. Для этого на предварительном этапе работы статистическими методами были отобраны наиболее информативные фенологические и ростовые показатели, направление линейных трендов многолетней динамики которых использовалось для характеристики последних двух качеств соответственно. Анализ их комбинаций вместе с направлением трендов многолетней динамики зимостойкости у растений различного происхождения и жизненных форм позволил разработать гипотетическую двумерную схему взаимоотношений между различными типами темпоральной изменчивости этих состояний, на основании которой стала возможной систематизация разнообразных форм адаптаций интродуцированных растений.

Отражением этой гипотетической схемы в области практического использования дендроинтродуцентов стала их классификация, связывающая определенный тип адаптации с конкретным набором агротехнических приемов, способствующих развитию акклиматизационного процесса (глава 4).

Следует признать, что выявленные закономерности лишь отчасти характеризуют многосложные взаимоотношения между адаптивными модификациями и физиологическим возрастом растительного организма. Вследствие этого работы по изучению проблемы роли возрастной изменчивости в адаптациях растений к экстремальным условиям Крайнего Севера, несомненно, должны получить дальнейшее развитие в интересах как ландшафтной терапии, так и других направлений практического использования дендроинтродуцентов.

3.1.3. Заключение

Результаты данного этапа работы позволяют заключить, что, в противоположность широко распространенному в 1960–1970 гг. мнению об исключительном значении своевременного завершения вегетации для устойчивости деревьев и кустарников, в условиях Кольского Заполярья дендроинтродуценты этой группы могут существенно различаться по характеру темпорального развития и по успешности завершения процесса акклиматизации.

При этом мы установили неэффективность использования обычных феноритмологических показателей или принадлежности к определенным климатограммам для прогноза долговременной устойчивости дендроинтродуцентов.

Как выяснилось, на Кольском Севере для древесно-кустарниковых растений интродукционный прогноз эффективен, если в нем учитываются основные направления темпоральной изменчивости по меньшей мере трех групп характеристик:

- зимостойкости (по величине зимних повреждений);
- общей устойчивости (по феноритмологическим параметрам);
- физиологического возраста (по ростовым характеристикам).

Механизмы зимостойкости и общей устойчивости дендроинтродуцентов не идентичны, хотя и взаимодействуют друг с другом, одновременно участвуя в развитии процесса акклиматизации. Акклиматизационный рост зимостойкости дендроинтродуцентов в местных условиях происходит на фоне возрастания физиологического возраста, а увеличение общей устойчивости может происходить как при его возрастании, так и при его снижении.

По отношению к характеру темпоральных изменений зимостойкости, общей устойчивости и физиологического возраста исследуемые интродуценты классифицируются по двумерной схеме, в которой по оси абсцисс учитываются адаптивные вариации в пределах двух бинарных оппозиций: (1) зимостойкость — общая устойчивость; (2) целостность — кластеризация структур различных уровней организации. Выявленные реакции (А, Б, В, Г) могут рассматриваться как локальные области в двумерной системе координат, положение которых определяется величиной градиента и направлением темпоральных изменений зимостойкости и общей устойчивости с одной стороны и физиологического возраста с другой.

Возможности практического использования данной схемы связаны с выбором алгоритма конкретных агротехнических приемов, оптимизирующих процесс акклиматизации. Рост или падение адаптационного потенциала интродуцента со временем определяют необходимость агротехнического вмешательства непосредственно после высадки растения, а преобладание пассивных или активных процессов адаптации — динамику развития его старения в последующие годы. Обнаруженным — ускоренной, типичной или замедленной — формам старения должны соответствовать определенные сроки и методы воздействия.

3.2. Дендроаборигены: целостность и «шунтирующие» связи

Изучение дикорастущих аборигенных деревьев и кустарников в зонах техногенного загрязнения на Кольском полуострове послужило основой для оценки согласованности изменений на различных иерархических уровнях структурной организации этих растений и их комплексов — от субклеточных (мембранных и органоидных) до фитоценологических, то есть роли вертикальных («шунтирующих») связей в формировании адаптации.

Несмотря на то, что изучению адаптивных эффектов отдельных структур перечисленных иерархий посвящено большое число исследований (Базилевич, 1996; Голубева, 1999; Карнаухов, 1988; Лукина, Никонов, 1996; Николаевский, 1998; Цветков, 2003; Черненкова, 2002; Вайнерт и др., 1988;

Heber, 2001; Ярмишко и др., 1990), вопрос об их взаимодействии, как уже говорилось, до сих пор практически не освещен в литературе. Вместе с тем, он весьма важен для понимания фундаментальных основ адаптогенеза, поскольку «многоэтажность» конструкции любой биологической системы предполагает и относительную независимость каждого из ее уровней; степени этой независимости с одной стороны или согласованности с другой в условиях, далеких от экологического оптимума, определяют основную (пассивную или активную) стратегию адаптивного ответа организма и надорганизменных структур. Комплексное изучение структурной иерархии адаптаций дает, кроме того, возможность более четкого определения самого этого понятия. До настоящего времени в существующих представлениях граница между «повреждением» и «адаптацией» выглядит достаточно размыто. Можно думать, что одной из причин этого является отсутствие «многоуровневого» подхода к восприятию самого процесса адаптации.

В данном разделе в краткой форме обобщаются результаты оригинальных исследований межуровневых взаимодействий в растениях и фитоценозах, различающихся по степени техногенной трансформации, и обсуждаются полученные результаты.

3.2.1. Мембранные структуры

По формальным признакам содержание пигментов является параметром биохимического уровня, однако, учитывая то, что основная часть хлорофиллов и каротиноидов фотосинтезирующих тканей входит в состав мембран хлоропластов, модификации пигментного состава следует, скорее, отнести к эффектам мембранного уровня структурной иерархии (это не относится к отношениям содержания различных пигментов — Хл *a* / Хл *b*, ксантофиллы / каротины, Хл *a* / каротины, которые характеризуют более высокий уровень ультраструктуры хлоропластов). Содержание МДА как основного стабильного продукта пероксидации мембранных липидов в силу его гидрофильности является характеристикой биохимического уровня организации, хотя, по мнению (Сент-Дьердьи, 1971), его обособленное существование является артефактом эксперимента: в биологических системах *in vivo* в качестве отдельной структуры он отсутствует. В связи с этим объединение биохимического и мембранного уровней в нашей работе проведено с известной долей условности.

Как известно, при воздействии экстремальных факторов энергетические затраты клетки на поддержание определенного уровня метаболизма возрастают. В таких условиях перераспределение энергетических ресурсов является определяющим в адаптивных перестройках биологических систем. Судя по характеру изменений содержания зеленых и желтых пигментов у исследуемых растений, на данном уровне структурной иерархии при возрастании загрязнения от фоновых до слабых величин (Жиров и др., 2007) происходят перестройки, направленные на повышение эффективности энергопреобразующей деятельности фотосинтетического аппарата. Эти перестройки сопровождаются некоторым нарастанием ее напряженности и увеличением риска кислородных повреждений, поскольку при этом растет и содержание продуктов ПОЛ, однако в данной зоне, очевидно, обнаруженные изменения не выходят за пределы физиологической нормы.

Дальнейшее возрастание степени воздействия приводит к повреждениям ассимилирующего аппарата, на что указывает неуклонное падение содержания пигментов в диапазоне техногенного воздействия от III до I уровня, причем, начиная с уровня II, снижается и концентрация МДА, что характерно для глубоких стадий деградации мембранных структур (Жиров и др., 2001).

3.2.2. Хлоропласты

Результаты, представленные в разделах 3.3.1 и 3.3.2, характеризуют модификации ультраструктуры, размеров и числа хлоропластов растений в градиенте техногенного воздействия. При этом особенности ультраструктуры косвенно оценивались по соотношению концентраций ксантофиллов и каротинов (X/O), а также непосредственно по данным растровой электронной микроскопии. Сочетание последних дает возможность более полно представить характер анатомических перестроек этих органоидов под действием загрязнения промышленными отходами. Изменчивость величины X/O дает представление об относительной степени развитости тилакоидов гран и стромы соответственно, а показатель удельной площади плоской проекции тилакоидов гран в пересчете на общую площадь оптического среза хлоропласта характеризует только степень их развитости.

Судя по результатам этих исследований, уменьшение X/O и относительной площади гран в диапазоне IV–III уровней свидетельствует о достаточно выраженной перестройке ультраструктуры пластид в сторону «светового» типа; их размеры при этом уменьшаются, а число возрастает.

Дальнейшее уменьшение X/O при некотором возрастании площади гран в диапазоне III–II уровней можно интерпретировать как результат синфазного развития ламелл обоих типов, при котором тилакоиды стромы лидируют, что допустимо лишь в случае увеличения общего объема хлоропластов. Эти данные согласуются с результатами электронно-микроскопического исследования вариабельности размеров пластид. Число хлоропластов при этом увеличивается.

В диапазоне II–I уровней наблюдается возрастание X/O при уменьшении удельной площади гран на оптическом срезе хлоропласта. В связи с этим можно предполагать, что в условиях наиболее интенсивного техногенного воздействия происходит уменьшение числа тилакоидов как стромы, так и гран, причем вторых этот процесс затрагивает менее, чем первых. Как и в условиях слабого воздействия (диапазон IV–III), размеры хлоропластов уменьшаются, а их число растёт. Можно отметить, что кривые изменчивости концентрации МДА и величины X/O в градиенте загрязнения зеркально симметричны друг другу, так же как и удельная площадь гран и размеры хлоропластов с одной стороны и их число с другой.

3.2.3. Клетки и листья

Соотношение изменений размеров и числа клеток палисадной паренхимы в исследуемом градиенте имеет точно такой же характер, как и соотношение размеров и числа хлоропластов, а кривая аналогичной изменчивости на органном уровне — усредненной площади листьев — по своей форме повторяет кривую размеров клеток.

3.2.4. Растительный организм

В соответствии с применявшейся до сих пор логикой, на организменном уровне также рассматривались два показателя, один из которых косвенно характеризует размеры соответствующей структуры, а другой — степень ее интегрированности. По данным М. В. Козлова (Kozlov, 1993), диаметр ствола древовидных берез, произрастающих в районе наших исследований, прямо пропорционален их высоте. Другой характеристикой этого уровня организации является тип жизненной формы. Очевидно, что в ряду одноствольное дерево — многоствольное дерево — кустарник степень структурно-функциональной интегрированности снижается вплоть до размыwania границ между отдельными особями.

Судя по усредненным величинам размерной характеристики и относительному числу определенных жизненных форм для различных по степени нарушенности экосистем, слабое техногенное загрязнение стимулирует ростовые процессы на уровне организма, а более сильное — подавляет их; при этом по мере его возрастания растения чаще используют пассивную стратегию снижения целостности всего организма. Таким образом, как и для структур субклеточных и клеточных уровней, размеры и степень дезинтегрированности организма в целом подчиняются противоположно направленным трендам изменчивости в градиенте техногенного воздействия.

3.2.5. Популяция и фитоценоз

Применение прежней логики при переходе от организменного к более высоким уровням структурной организации связано с определенными сложностями, поскольку, хотя рассмотрение фитоценоза в качестве целостной системы или уподобление его единому организму и не вызывает сомнений, очевидно, что характер отношений между его подсистемами одного уровня (то есть «горизонтальных» взаимодействий) должен быть сложнее, чем в структурах более низких иерархий.

Вместе с тем, на уровне микропопуляций вариабельность исследуемых систематических признаков, относящихся преимущественно к морфологии листовой пластинки, имеет определенную связь с физиологической изменчивостью (об этом более подробно см.: Жиров и др., 2001, а также раздел 3.3. настоящей монографии). Вследствие этого морфологическое разнообразие может являться отражением функциональной дифференцированности внутри микропопуляции, а его изменчивость в различных по загрязненности экосистемах — реализации различных адаптационных стратегий. При этом, по-видимому, дифференцированность такой степени не доводит взаимоотношения между различным компонентами микропопуляции до выраженной специализации, на которой функционирование биологической системы становится невозможным без существенного роста ее целостности. Представляется, что логика двух типов адаптаций, разработанная для структур организменного уровня, может быть применима и по отношению к более высокоорганизованным структурам.

Увеличение вариабельности систематических признаков берез (аналогичное росту числа хлоропластов, числа палисадных клеток, количества листьев, многоствольности, переходу в кустарниковые формы на других организационных уровнях) по этой логике связано со снижением степени

интегрированности на уровне микропопуляции. Судя по результатам этой части работы, снижение целостности этих структур происходит уже при относительно слабом техногенном воздействии, причем этот процесс развивается в широком диапазоне всего спектра воздействия вплоть до экосистем III ранга. В наиболее поврежденных экосистемах варибельность этих признаков существенно уменьшается, что свидетельствует о возрастании целостности микропопуляции как структуры.

Функционирование фитоценоза как системы наиболее высокого уровня организации из рассмотренных предполагает и более высокий уровень внутренней интегрированности при выраженной специализации ее компонентов. В связи с этим неуклонное снижение растительного разнообразия по мере возрастания интенсивности техногенного воздействия свидетельствует о высокой ранимости структур именно этого уровня организации.

3.2.6. «Горизонтальные» и «вертикальные» взаимодействия

Фактические материалы исследования варибельности растительных структур различных уровней организации, проведенного нами в градиенте техногенного воздействия, представлены на рис. 69, 70.

Сравнительный анализ полученных данных позволяет сделать следующие обобщения. Несмотря на то, что проблема взаимодействия адаптивных реакций структур разных иерархических уровней биологических систем представляет значительный интерес для их классификации и понимания фундаментальных основ гомеостаза, она до сих пор фактически не освещалась в литературе (Жиров и др., 2020). Иерархическая «многоэтажность» любой биологической системы предполагает и относительную свободу изменчивости структур каждого из ее уровней, а степень согласованности их изменений в неблагоприятных условиях определяет основную (пассивную или активную) стратегию адаптивного ответа. Поскольку адаптивные перестройки на вышестоящих уровнях организации могут компенсировать повреждения иерархически более низких структур (Жиров и др., 2007, 2020), эти представления позволяют уточнить принципы взаимоотношений повреждающих и адаптивных реакций.

Подсистемы одного уровня организации могут быть в большей или меньшей степени структурно дифференцированы и, соответственно, функционально специализированы. Соответственно, более или менее высокой может быть плотность их «горизонтальных» взаимодействий в процессах трансформации энергии и обмена веществ, то есть степень целостности объединяющей структуры. Более высокая функциональная специализация в пределах одного иерархического уровня предполагает и более высокую интегрированность по «горизонтали».

Активная стратегия адаптации связана с повышением, а **пассивная** — со снижением уровня целостности. При этом первая из них больше свойственна системам, объединяющим низкоспециализированные элементы, так как при нарушении горизонтальных связей они более способны к автономному существованию³².

³² Как, например, отдельные членики паразитических плоских червей (цепней) или грибные и водорослевые компоненты некоторых лишайников в определенных условиях.

Существование «дальних» **шунтирующих** связей, обнаруженных между пластидным, клеточным, органическим и микропопуляционным уровнями организации у высших растений в зоне промышленного загрязнения на Кольском полуострове (Жиров и др., 2007), свидетельствует о важном значении этого феномена для поддержания гомеостаза биологических систем в экстремальных условиях. Судя по оригинальным данным о взаимоотношениях процессов окислительного распада и синтеза в мембранных структурах, для растительных организмов на Крайнем Севере вертикальное шунтирование имеет важное адаптивное значение (Жибоедов и др. 1987).

В настоящее время общепризнано, что несбалансированное антиоксидантными системами свободнорадикальное окисление в мембранных структурах является универсальным механизмом повреждения клетки при старении и повреждения, обусловленного действием экстремальных факторов внешней среды. Многочисленные примеры связи различных макропатологий с повышенной активностью СРО свидетельствуют о том, что его эффекты затрагивают структуры различных уровней организации, вплоть до психических, и принимают участие в формировании психосоматических связей.

Ранее (Жибоедов и др., 1987) мы установили, что у растений в градиенте воздействия различных повреждающих факторов, наряду с типичными адаптивными (стимуляция синтеза-ингибирования окисления полиненасыщенной жирной кислоты (ПНЖК)) и типичными повреждающими (ингибирование синтеза — стимуляция окисления ПНЖК), могут проявляться необычные эффекты одновременных стимуляции или ингибирования синтеза и свободнорадикального окисления ПНЖК, по всем признакам характерные только для Севера неспецифические адаптивные реакции. Физиологически они были связаны с изменениями скорости роста вегетативных и глубины покоя зимующих органов, биохимически — с механизмом катаболического образования основного ингибирующего гормона растений — абсцизовой кислоты — из ксантофиллов (Жиров и др., 2007). Графически эти результаты можно суммировать в виде двумерной классификационной схемы, где С — синтез, О — окисление ПНЖК; (+) — повышение активности жизнедеятельности и целостности биосистемы, (-) — снижение активности вплоть до состояния глубокого покоя (см. рис. 69).

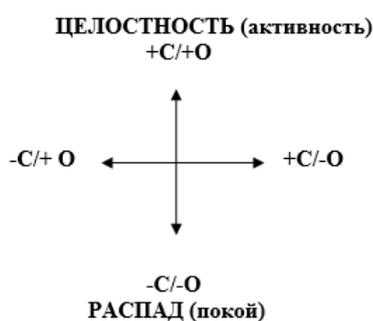


Рис. 69. Вариабельность процессов синтеза и окислительного распада ненасыщенных мембранных липидов в связи с изменениями целостности и активности процессов жизнедеятельности дендроаборигенов в условиях техногенного загрязнения

Структуры одного уровня организации могут быть в большей или меньшей степени дифференцированы и, соответственно, функционально специализированы. В зависимости от этого интенсивность их «горизонтальных» взаимодействий в процессе трансформации энергии и веществ может быть более или менее высокая, равно как и степень интегрированности или целостности объединяющей их структуры. Более высокая степень функциональной специализации предполагает и более высокую степень целостности в «горизонтальном» направлении.

Пассивная стратегия адаптации связана с понижением, а активная — с повышением уровня интегрированности. При этом первый путь подходит для систем, состоящих из низкоспециализированных подсистем, так как именно они способны функционировать относительно независимо друг от друга.

Процесс трансформации энергии, в частности при фотосинтезе, связан с опасностью повреждения преобразующих ее систем в условиях ее избытка. В основе повреждений клетки экстремальными факторами среды лежит нарушение баланса между величиной энергетического потока и пропускной способностью преобразующей системы. С этой точки зрения пассивный путь адаптации строится на уменьшении энергетической нагрузки путем ее перераспределения на большее их количество. Увеличение числа энергопреобразующих систем связано со снижением уровня интегрированности объединяющей их системы.

Таким образом, выявленный в результате наших опытов противофазный тип изменчивости размеров и числа хлоропластов или клеток палисадной паренхимы в градиенте техногенного воздействия свидетельствует о глубоком сходстве реакций этих структур на неблагоприятное воздействие. Можно предположить, что это сходство распространяется также на нижележащий (суборганоидный) и вышележащий (органный) уровни фотосинтетического аппарата, поскольку кривые изменчивости площади гран и площади листьев в градиенте промышленного загрязнения повторяют по форме аналогичные кривые для размеров хлоропластов и клеток.

Комплекс данных по их вариабельности в градиенте техногенного загрязнения вместе с результатами одновременной оценки содержания одного из основных стабильных продуктов СРО — ненасыщенных липидов — малонового диальдегида (МДА) и фотосинтетической активности листьев дает возможность приблизиться к пониманию характера межуровневых взаимоотношений (см. рис. 70).

Уменьшение размеров хлоропластов, клеток и листьев при увеличении числа первых двух (по листьям аналогичные данные, к сожалению, отсутствуют) при слабом загрязнении (III ранг экосистем по нашей классификации) связано с активизацией фотосинтетической деятельности, роста деревьев и повышением их систематического разнообразия. При этом заметно возрастает содержание хлорофиллов и каротиноидов при относительно невысоком уровне активности ПОЛ. Следовательно, наши данные не вполне согласуются с представлениями о строгом разделении реакций всего фитоценотического разнообразия на активные и пассивные, поскольку мы установили, что при слабом техногенном воздействии отчетливо выраженные активные реакции на организменном и популяционном уровнях и пассивная — на фитоценотическом сопряжены с пассивными перестройками субклеточного, клеточного и органного уровней. В данном случае налицо чередование адаптационных стратегий «по вертикали».

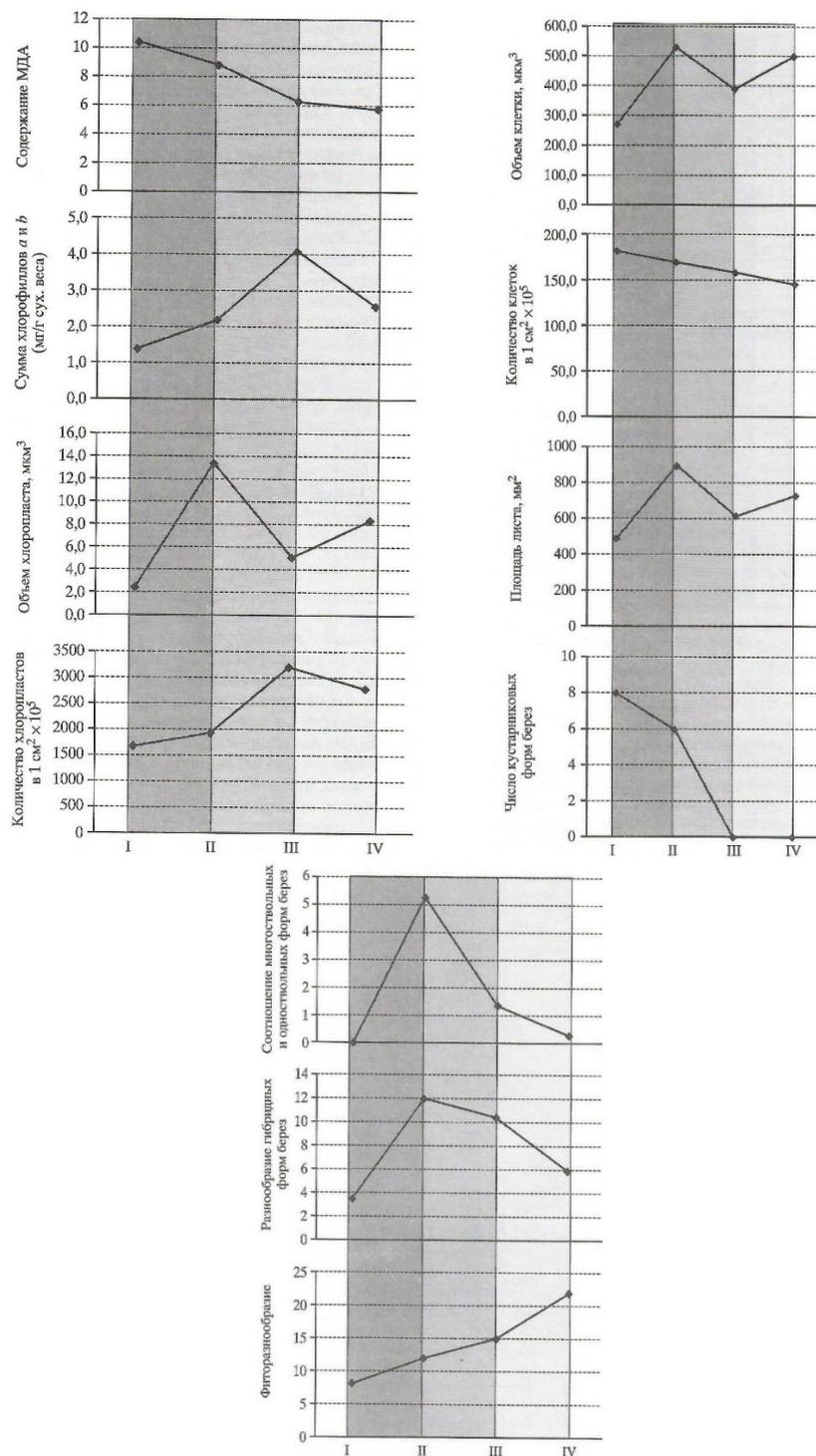


Рис. 70. Изменения структур разных уровней организации растений в условиях техногенного стресса:
I — сильно нарушенные экосистемы; *II* — средне нарушенные,
III — слабо нарушенные; *IV* — условно фоновые

Следующей экстремальной точкой является II ранг повреждения экосистем, в которой наблюдаются явно выраженные максимумы размеров хлоропластов, клеток палисадной паренхимы, площади листьев, наибольшее разнообразие различных жизненных форм и внутривидовое разнообразие. При этом линейные размеры внутриорганизменных подсистем на всех, включая и самые «глубокие», уровнях возрастают (начиная от площади гран и ламелл стромы в хлоропластах), а размеры организма уменьшаются и продолжает уменьшаться фитоценотическое разнообразие. Существенно, что эти модификации сопровождаются уменьшением содержания всех пигментов, фотосинтетической активности, ростом влагоемкости ассимилирующих тканей и хорошо выраженным пиком активности ПОЛ. Последнее свидетельствует о приближении к физиологическому порогу, преодоление которого связано с патологическими изменениями, или даже о переходе через него.

Наконец, в экосистемах I категории наблюдается падение величин всех исследуемых характеристик, кроме удельных чисел хлоропластов и клеток палисадной паренхимы, а также отношения X/C, которые при этом явно увеличивались.

При оценке изменчивости структур различных иерархий в градиенте техногенного воздействия в аспекте вариаций уровня их интегрированности можно выделить три типа реакций.

1. Активизация процессов энергообмена при снижении целостности на всех уровнях, начиная с суборганонидного (ультраструктура пластид) и выше — по органонидный (листья) включительно: уменьшение размеров при увеличении числа подсистем. На организменном уровне этот эффект проявляется менее отчетливо, поскольку увеличение числа подсистем (стволов у деревьев) сопровождается не уменьшением, а увеличением в среднем их размеров. На уровне микропопуляций целостность возрастает (увеличение морфологического разнообразия, то есть дифференциация), на фитоценотическом уровне — снижается. Эти реакции имеют явно адаптивный характер, так как на биохимическом уровне при этом заметно увеличивается содержание всех пигментов при незначительном росте активности ПОЛ; на субпластидном уровне это сопровождается уменьшением количества гран, что обычно происходит в случаях активной адаптации (экосистемы III разряда).

2. Снижение уровня энергообмена при возрастании целостности структур всех уровней, за исключением организменного и фитоценотического, и при падении (судя по активации ПОЛ) их устойчивости. Реакция организменного уровня в этом случае (уменьшение размеров при увеличении числа подсистем, то есть снижение целостности) сходна с поведением структур нижележащих уровней в предыдущем случае. Реакции этого типа также имеют адаптивный характер, поскольку в зонах среднего по интенсивности загрязнения исследуемые растения существуют десятилетиями, однако, судя по особенностям структуры пластид, клеток и тканей (низкое содержание фотосинтезирующих структур при значительной оводненности), эта форма адаптации приближена к пределам физиологической нормы (экосистемы II разряда).

3. Дальнейшее падение уровня энергообмена при снижении целостности структур всех иерархий. Признаки адаптивности в этом случае усматриваются только на органонидном и клеточном уровнях, перестройки структур которых аналогичны I-му типу реакций. О деградации надорганизменных структур свидетельствует синфазное падение всех показателей интегрированности по отношению к экосистемам предыдущего класса (экосистемы I разряда).

3.2.7. Заключение

Суммируя данные раздела 3.2, можно предположить, что адаптивные перестройки на различных уровнях структурной иерархии представляют собой равнодействующую процессов, направленных на (1) повышение уровня энергообмена и (2) предотвращение повреждений фотосинтезирующего аппарата и других энергопреобразующих систем путем перераспределения нагрузки на большее число их субъединиц. Вместе с тем, показанное нами одновременное существование зимостойкости и общей устойчивости у дендроинтродуцентов, которые можно характеризовать, как специфический (3) и неспецифический (4) типы адаптаций, значительно увеличивает разнообразие адаптивных перестроек у растений во многом за счет переходных форм. Таким образом, оппозиция высокой целостности, интенсивного энергообмена и метаболизма вместе с высоким риском кислородных повреждений или низкой целостности при их небольшом риске, отразившаяся в вышеупомянутой теории О. А. Зауралова (1981) о существовании двух типов адаптаций у растений, применительно к разнообразию адаптивных реакций аборигенных деревьев и кустарников, произрастающих на Кольском полуострове в условиях техногенного загрязнения, может быть дополнена бинарной оппозицией универсальности-специфичности адаптивных перестроек.

Выявленные нами вертикальные (шунтирующие) связи фитоценотического масштаба (см. рис. 70) вместе с универсальной схемой взаимоотношений между окислительным распадом и синтезом мембранных структур, представляющих основу существующего разнообразия повреждений и адаптивных реакций на различных уровнях структурной иерархии, позволяют обобщить их в виде схемы на рис. 71.



Рис. 71. Обобщенная схема общих принципов адаптивной изменчивости у отдельных растений и фитоценотических структур

Доминанта первых связана с повышением уровня интегрированности или целостности соответствующих структур, вторых — с его снижением. Вследствие этого умножение структур в «горизонтальном» направлении обуславливает снижение целостности данного уровня организации, если при этом они не дифференцируются. Дифференциация «горизонтально» развивающихся структур приводит к появлению новых уровней структурной иерархии.

Можно думать, что поддержание целостности биологической системы вообще, особенно в экстремальных условиях, представляет собой результат сложного взаимодействия систем менее высоких уровней организации, или взаимодействия по «вертикали». Судя по результатам настоящей работы, фитогенные структуры (включающие надорганизменные уровни вплоть до фитоценозов) в процессе адаптации к меняющимся условиям внешней среды находят оптимальное сочетание различной степени интегрированности

на различных уровнях своей организации. Как было показано выше, структуры организменного уровня (то есть растения различных жизненных форм) являются достаточно консервативными в сравнении со структурами выше- и нижележащих уровней. Наибольшую лабильность в этом отношении проявляют структуры, находящиеся в иерархическом диапазоне от субпластидных до органных, что, очевидно, обусловлено непродолжительностью их жизни у листопадных растений. Явно выраженная синтонность их изменений на протяжении всего исследованного градиента воздействия свидетельствует о высоком уровне «вертикальной» целостности. Не исключено, что это свойство не распространяется на другие растения и менее суровые условия других регионов.

Колебания целостности на организменном уровне в исследованном диапазоне не были столь жестко связаны с вариабельностью структур указанных уровней, а также вышележащих — популяционного и фитоценотического. В этом смысле растительный организм явно представляет собой переходную и достаточно устойчивую структуру.

Полученные результаты дают основание предполагать существование «дальней вертикальной» связи между фитоценотическими и субпластидными структурами.

Деграляция структур фитоценотического уровня наблюдалась в экосистемах всех рангов, однако скорость ее различалась в зависимости от степени техногенного загрязнения. Вследствие этого соответствующая зависимость описывается кривой, по форме наиболее близкой к описывающей изменения удельной площади, занимаемой гранами на оптическом срезе хлоропластов. Учитывая то, что данная характеристика наиболее объективно отражает абсолютную степень развития пластидных гран, которые, как было показано нами ранее (Жиров и др., 2001), непосредственно связаны с синтезом основного ингибирующего гормона растений — абсцизовой кислоты — и возрастзависимым выбором пассивной адаптационной стратегии, можно предполагать значительно больший, чем организменный, масштаб влияния данного фактора. Изменения активности синтеза АБК определяют вариации гормонального баланса у растений берез, а поскольку в данном регионе они являются важнейшими лесообразующими породами (особенно в условиях техногенного воздействия как более устойчивые в сравнении с елью и сосной), изменения гормонального баланса, непосредственно влияющие на характер их роста и развития, могут сыграть решающую роль и по отношению к другим членам растительных сообществ.

3.3. Заключение по главе 3

Результаты изучения адаптивной изменчивости интродуцированных и местных древесно-кустарниковых растений в условиях Кольского Заполярья с разных точек зрения характеризуют перспективность использования представителей этих групп в качестве рабочего материала в программах ЛТ.

Согласно соображениям, представленным в подразделах 1.3, 3.2.4 и 3.2.7, эффективность стандартных сеансов ландшафтной терапии обычно связана с признаками здоровых, то есть адаптированных к внешним условиям, используемых растений. Как правило, это состояние отличается балансом процессов роста и старения, при котором отсутствуют явные внешние признаки общей деформации всего растительного организма (хлороз листьев,

их аномально малые размеры и значительная разреженность кроны, значительное число высохших побегов). Вместе с тем, принимая во внимание ранее высказанные соображения о теории Н. П. Кренке о фундаментальной роли и общебиологическом значении процессов старения (Кренке, 1940; Чернов, 1963), а также о многоуровневой архитектуре растений и высших животных (Месарович и др., 1973; Жиров и др., 1990), можно думать, что наступление фазы старения, как и других возрастных стадий у систем различных структурно-функциональных уровней, может быть в разной степени синхронизировано. Это подтверждается хорошо известными эффектами разной скорости осеннего пожелтения листьев различных частей кроны у деревьев, а также (у человека) задержкой по времени старческого угасания отдельных функций и появления возрастзависимых болезней различных органов и служит наглядной демонстрацией изменений целостности их организмов³³ (Жиров и др., 1990).

Соединяя представления Н. П. Кренке о возрастной цикличности морфоанатомических и физиолого-биохимических вариаций растений (1940) с оригинальной двумерной классификацией их адаптаций, получаем общую схему (рис. 72).

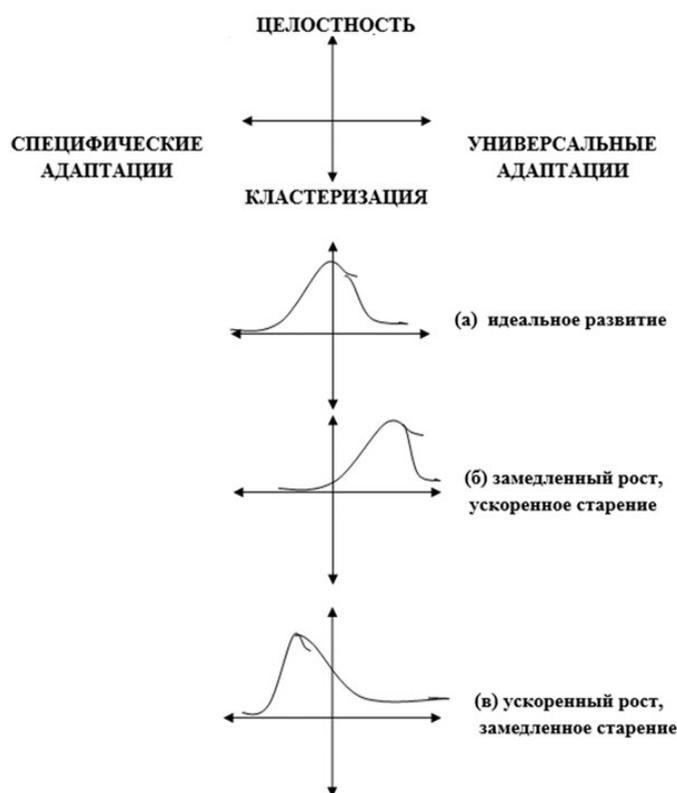


Рис. 72. Схема «горизонтальных» изменений возрастной цикличности адаптивных вариаций целостности отдельных растений и различных фитоценологических структур по Н. П. Кренке (1940) и оригинальным данным (Жиров и др., 2001)

³³ Что стало предметом не только различных исследований, но и темой многочисленных анекдотов.

Согласно теории Н. П. Кренке (1940) и многочисленным данным более поздних, в том числе и оригинальных, исследований (Жиров, 1991, 2001), идеальная форма кривой возрастной изменчивости у растений (как и у животных, и человека) практически никогда не встречается в природе, поскольку обычно ее симметрия нарушается наследственной спецификой конкретного биологического вида, а также действием различных факторов внешней среды, в том числе климатических, в зависимости от характера которых (типа и времени активации) восходящая или нисходящая ветви удлиняются либо укорачиваются (Жиров и др., 2001; см. рис. 72, б, в). В последнем случае (см. рис. 72) при замедленном росте наблюдается ускоренное старение или катастрофический распад³⁴.

Очевидно, что относительно равновесное состояние перехода от активной жизнедеятельности к старению, соответствующее вершине возрастной кривой Н. П. Кренке (1940), требует повышенных энергетических затрат, которые достигаются при условии — как было показано ранее на примере отношений между синтезом и свободнорадикальным окислением ненасыщенных мембранных липидов (Жиров и др., 2001) — повышения активности не только процессов синтеза, но и окислительного катаболизма. Одновременная активация этих процессов при действии экстремальных факторов внешней среды, вообще при различных нарушениях гомеостаза, в целом характерна для вершины кривой возрастных изменений³⁵.

Форма возрастной кривой может варьировать не только по «горизонтали», отражая, в частности, случаи стремительного прохождения фазы вегетации (у многих арктических растений), раннего или позднего старения, но и по «вертикали», создавая разнообразие четко выраженных или размытых временных границ между отдельными фенофазами (рис. 73).

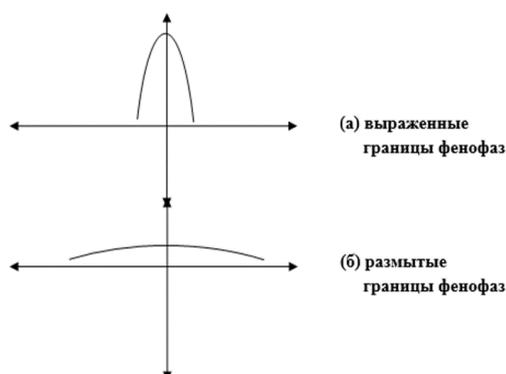


Рис.73. Схема «вертикальных» изменений возрастной цикличности адаптивных вариаций общей целостности отдельных растений и различных фитоценоотических структур по Н. П.Кренке (1940) и оригинальным данным (Жиров и др., 2001)

³⁴ У высших сосудистых растений наблюдающийся при иммунной реакции так называемой «сверхчувствительности» (Медников, 1994).

³⁵ Не исключено, что такое состояние используется растением для поддержания физиологического равновесия в структурах более высоких уровней организации: принцип одновременной стимуляции противоположно направленных процессов при достаточно высокой активности обоих известен даже из бытового опыта (использование системы противовесов при перенесении грузов и т. п.).

Искажения идеальной формы кривой возрастной цикличности в принципе могут происходить асинхронно, вплоть до несовпадения фаз на отдельных иерархических уровнях. Как у растений, так и у человека дифференциация отдельных уровней организации по ритмологическим характеристикам явно выражена и хорошо известна из повседневной практики: в частности, на это указывает разная скорость осеннего старения листьев у многих деревьев на разных ярусах кроны и разная скорость возрастной деградации скелетной мускулатуры и остроты зрительного восприятия у человека. Значительная дифференциация биологических систем, их органов, тканей и клеток, а также клеточных органоидов по скорости прохождения жизненного цикла, очевидно, обусловлена силой межуровневых и горизонтальных связей, то есть целостностью. Последняя, в частности, зависит от синхронизации их активности, поскольку, по мнению самого Н. П. Кренке и его последователей, кривая, отражающая общий принцип возрастной изменчивости, имеет общебиологическое значение (Чернов, 1963) и является важным, согласно представлениям О. А. Зауралова (1981), фактором выбора между активной и пассивной стратегиями адаптации.

Возвращаясь к проблеме ландшафтной терапии, необходимо отметить, что гипотетически ее эффективность должна зависеть от активности межуровневых взаимодействий, которая обеспечивается сходством (близостью) фаз фенологического развития (возрастности) структур различных уровней организации используемых растений и физиологического возраста пациента.

Приведенные выше соображения о «горизонтальном» и «вертикальном» изменении возрастной цикличности адаптивных реакций потенциально ценных для использования в технологиях ландшафтной терапии аборигенных северных растений, выявленные в главе 3 признаки вертикального «шунтирования» у растительных систем на уровне фитоценозов, которые становятся заметными при действии техногенного загрязнения: синфазный рост размеров структур различных уровней организации — субклеточного (хлоропластов), клеточного (клеток палисадной паренхимы) и органного (листьев), а также надорганизменных (увеличение морфологического и систематического разнообразия гибридных форм березы пушистой) даже в средненарушенных техногенным воздействием экосистемах, позволяют говорить об адаптивном значении вертикального шунтирования у растений (Жиров и др., 2007).

Вместе с тем, полученные факты дают основание думать, что шунтирующие связи в суровых условиях Арктики могут играть роль важного адаптационного фактора не только у высших сосудистых растений, но и у человека, что дает основание для более детального изучения с этой точки зрения других составляющих ландшафтной терапии, которые обсуждались в разделе 1.3 (зрительного восприятия пространства и психосоматических взаимодействий организма человека). Особый интерес в связи с этим представляют возможности целенаправленной коррекция существующих психосоматических расстройств.

ГЛАВА 4. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ ИНТРОДУЦЕНТОВ ПО ВОЗРАСТНОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ

Основой классификации морфологического и феноритмологического разнообразия дендроинтродуцентов, предложенной в главе 3, является характер темпоральной изменчивости их физиологического возраста в процессе адаптации. Наряду с определенным теоретическим значением, которое заключается в установлении генетических и/или экологических зависимостей адаптивного потенциала этих растений в условиях Кольского Севера, данная классификация позволяет оценить степень необходимости активного воздействия на процесс акклиматизации и определить его методы для каждого конкретного случая. В связи с этим была разработана интегральная схема использования различных агротехнических приемов, способствующих более эффективному развитию процесса адаптации дендроинтродуцентов в местных условиях в зависимости от их возрастной изменчивости.

Суровые условия Крайнего Севера определяют особые требования к ассортименту растений, используемых в программах ЛТ: высокая декоративность растений должна сочетаться с их повышенной устойчивостью к действию неблагоприятных факторов внешней среды. Поскольку естественная флора Мурманской области бедна высокодекоративными древесно-кустарниковыми растениями, обогащение ассортимента возможно в основном за счет интродуцентов из других районов.

Озеленительный ассортимент, который служит основой для отбора растений при формировании лечебных ландшафтов, подразделяется на три типа:

1-й — основной, рекомендуется для всех типов городских насаждений;

2-й — дополнительный, рекомендуется в качестве дополнительной замены основного;

3-й — ограниченный, рекомендуется для коллекций, дендрариев и частных садов (Казаков и др., 1995).

К растениям различных ассортиментов предъявляются разные требования (Гонтарь и др., 2010б; Лысиков, 2018). Древесные растения **основного** ассортимента должны отличаться высокой (1 балл) зимостойкостью, теневыносливостью, устойчивостью к вредителям и техногенным факторам, хорошим ростом и развитием, способностями к цветению, плодоношению и самостоятельному возобновлению, так как после высадки их на постоянное место произрастания в городских условиях при однократном применении послепосадочного ухода силами городских озеленительных служб они обычно предоставлены сами себе. В лучшем случае единственными мерами ухода, применяемыми к ним в последующие годы, являются различные виды обрезок.

Дополнительный ассортимент образуют из растений, которые длительно испытываются в культуре, но пока по каким-либо причинам не вошли в основной, отличаются чуть меньшей зимостойкостью, чем объекты основного ассортимента (1–3 балла), но также цветут и плодоносят, устойчивы к болезням и вредителям.

Растения **ограниченного** ассортимента требуют дополнительного агротехнического ухода в виде регулярных подкормок, укрытий на зиму и т. п., а также могут содержаться при наличии грамотного специалиста по озеленению.

Как правило, данный тип ассортимента используется в небольших специализированных дендрариях или ботанических садах при вузах, экологических центрах и предприятиях, получивших широкое распространение в последние годы.

Эти общепринятые категории использованы для классификации перспективных для создания лечебных садов анализируемых объектов в озеленительных районах Мурманской области (рис. 74).

По характеру адаптации к местным условиям исследуемые представители рода *Betula* (рис. 75) подразделяются на две группы. Три вида самостоятельно адаптируются и отличаются типичным старением, один вид требует коррективных мер с первых лет жизни и стареет по ускоренному типу. Средняя продолжительность жизни у большинства видов данного рода не превышает 100–120 лет (Деревья..., 1949).

По результатам адаптации виды семейства *Berberidaceae* (рис. 76) подразделяются на две основные группы. При этом только три из них требуют коррекции. У представителей данного семейства наблюдаются все три типа старения. В условиях средней полосы их средняя продолжительность жизни составляет около 50 лет (Деревья..., 1949).

Как и в предыдущем случае, среди объектов рода *Crataegus* (рис. 77) три адаптируются самостоятельно с первых лет жизни, но, в отличие от берез, характеризуются ускоренным старением. Один представитель этого рода требует коррекции с первых лет и отличается замедленным старением. Боярышники долговечны и доживают в природных условиях до 200–300 лет (Деревья..., 1949).

Из представителей рода *Padus* (рис. 78) только *P. virginiana* требует коррективных мер по истечению времени, а остальные адаптируются самостоятельно. Все, кроме *P. asiatica*, отличаются ускоренным старением. Продолжительность жизни растений данного рода составляет около 80 лет (Деревья..., 1949).

Род *Ribes* (рис. 79) представлен двумя группами по результату адаптации и тремя — по типу старения. В литературе отсутствуют сведения о продолжительности жизни этих растений в условиях средней полосы, однако, судя по тому, что на плодовых плантациях и в декоративных посадках рекомендуется их замена после 15 лет использования (Деревья..., 1949), она вряд ли составляет более 30 лет.

Исследуемые виды рода *Sorbus* (рис. 80) по характеру адаптации к местным условиям так же подразделяются на две группы, как и по типу старения, — ускоренный характер в случае *S. aucuparia* и замедленный во всех остальных. Средняя продолжительность жизни *S. aucuparia* в городских условиях составляет около 60, а максимальная — порядка 100 лет (Рубцов, 1977). По данным других авторов, представители этого рода достаточно долговечны: некоторые из них доживают до 200–300 лет (Деревья..., 1949).

Обобщая результаты анализа, приведенные на рис. 75–80, можно отметить, что растения, адаптирующиеся самостоятельно с первых лет жизни, изначально отличаются высокой зимостойкостью. Это качество сохраняется у них до настоящего времени.

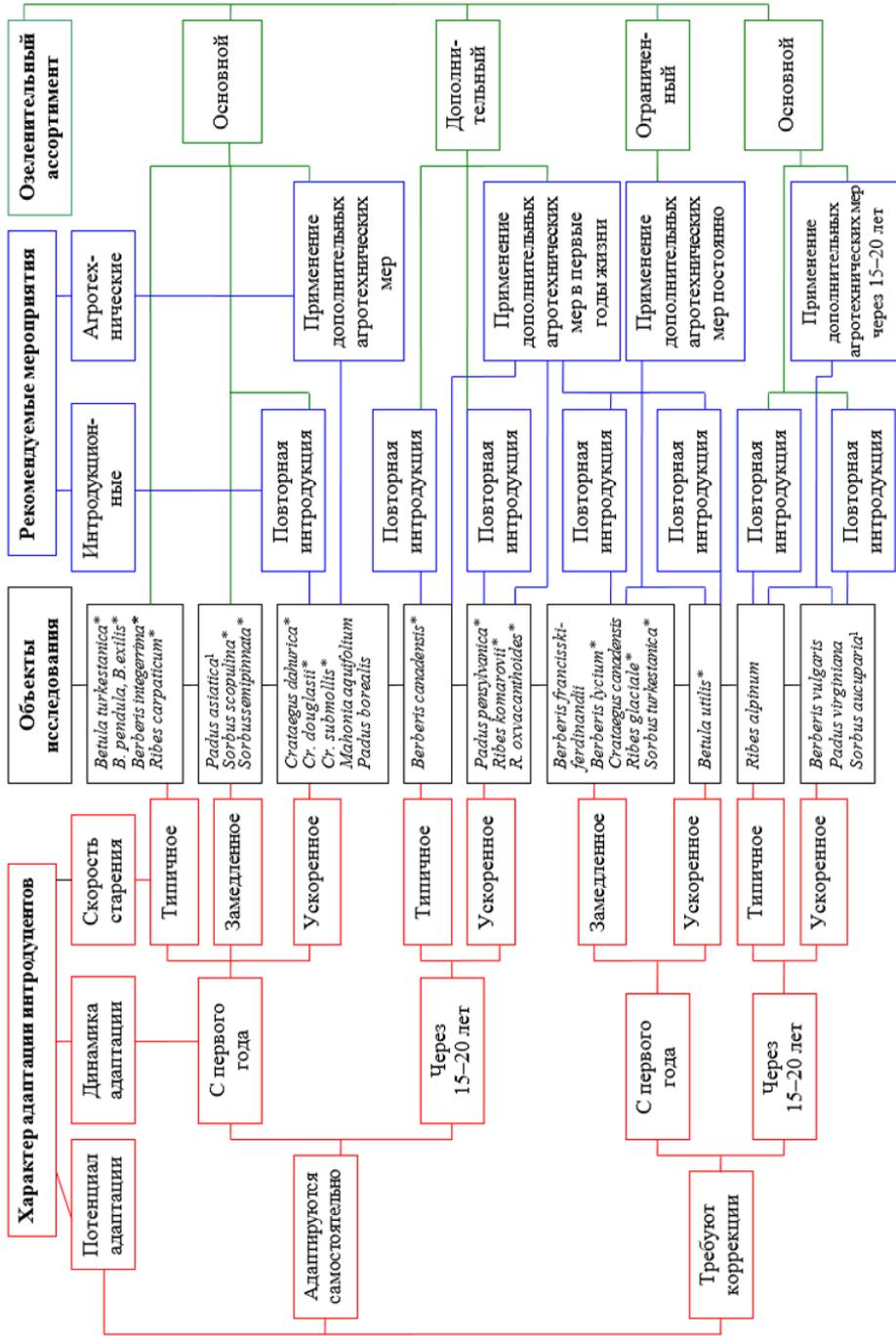


Рис. 74. Классификация дендринтродуцентов по направлениям их использования в зависимости от характера адаптации. Знаком * отмечены растения, впервые рекомендованные для использования в зеленом строительстве

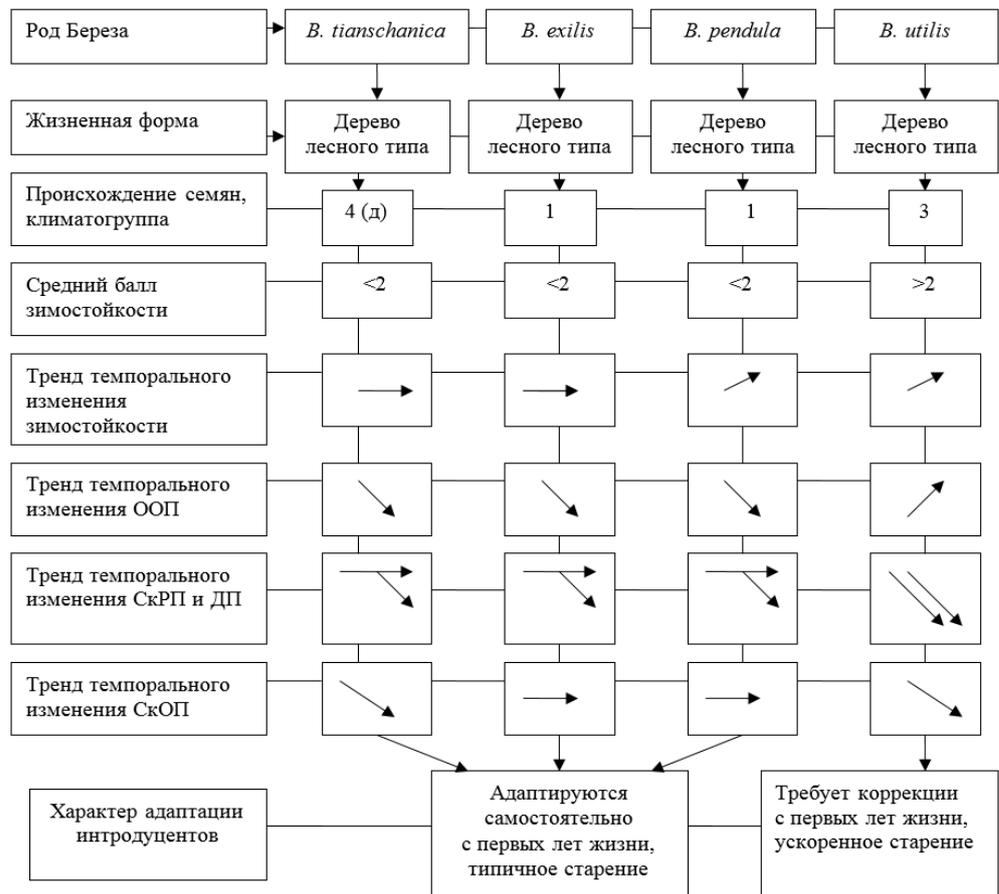


Рис.75. Классификация видов рода *Betula* по характеру адаптации. Восходящий тип тренда зимостойкости означает ее темпоральное возрастание

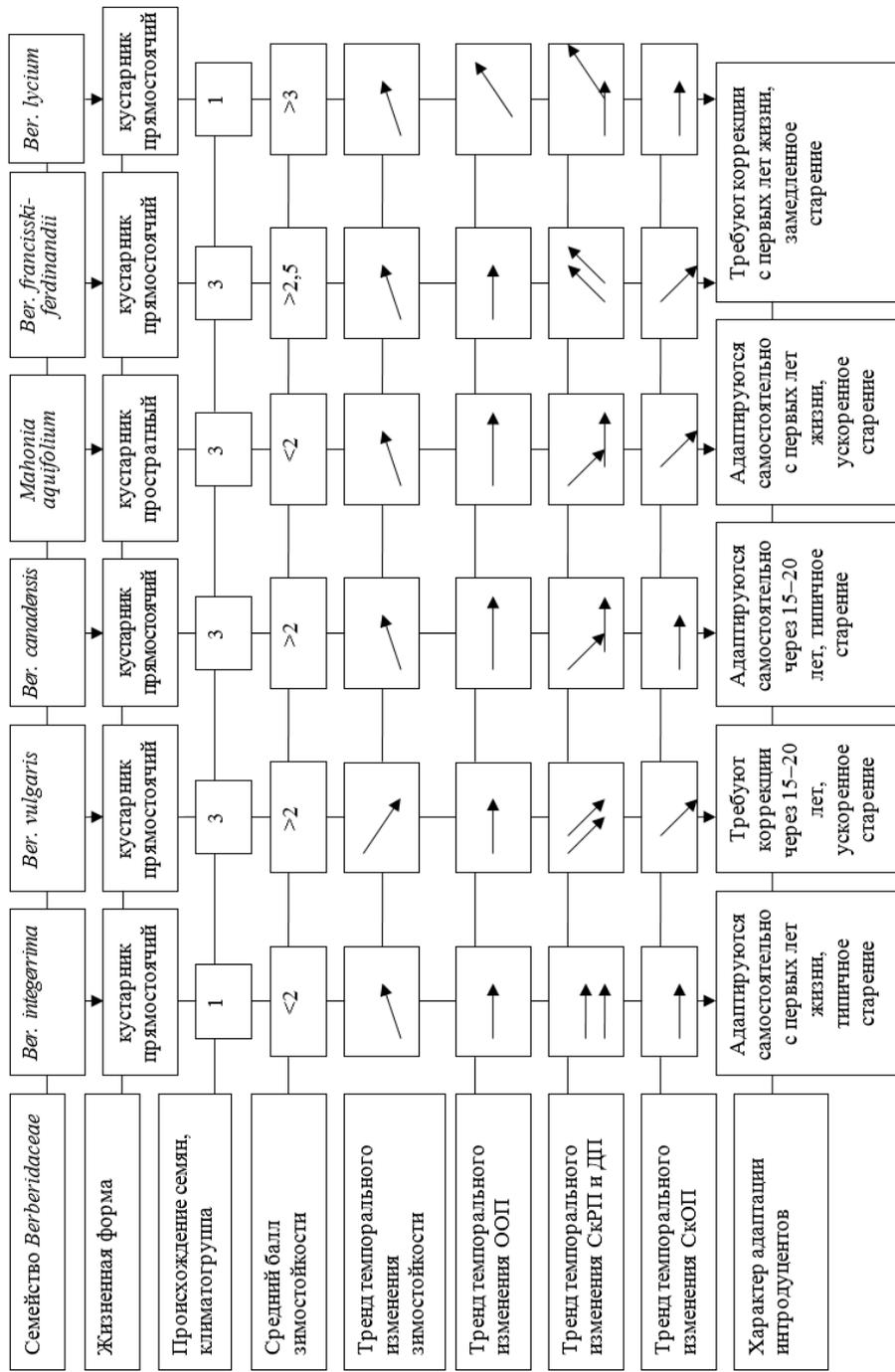


Рис. 76. Классификация видов семейства *Verberidaceae* по характеру адаптации. Условные обозначения те же, что для рис. 75

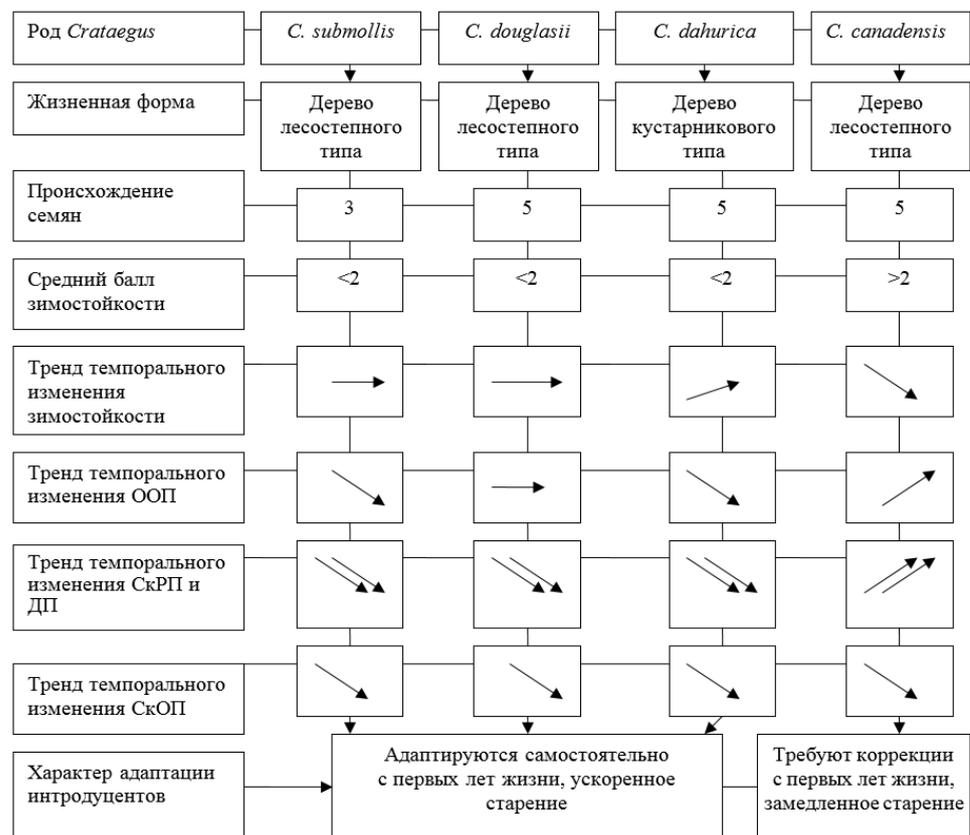


Рис. 77. Классификация видов рода *Crataegus* по характеру адаптации. Условные обозначения те же, что для рис. 75

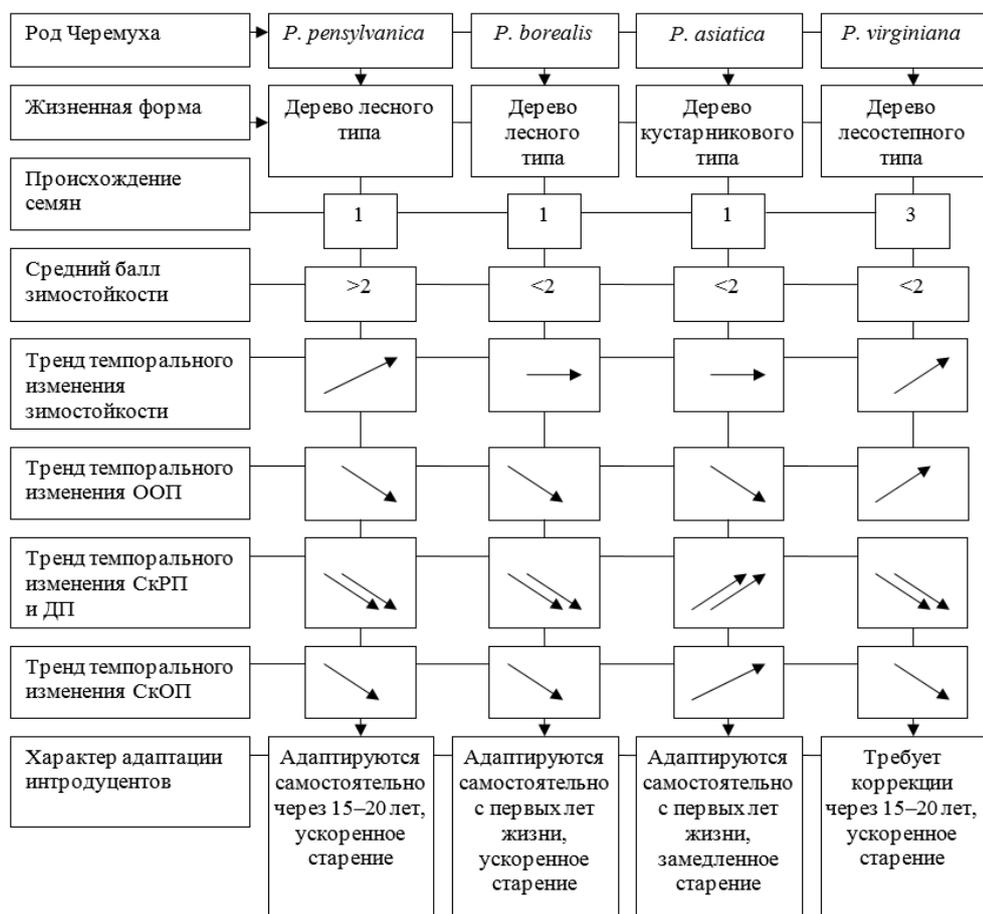


Рис.78. Классификация видов рода *Padus* по характеру адаптации.
Условные обозначения те же, что для рис. 75

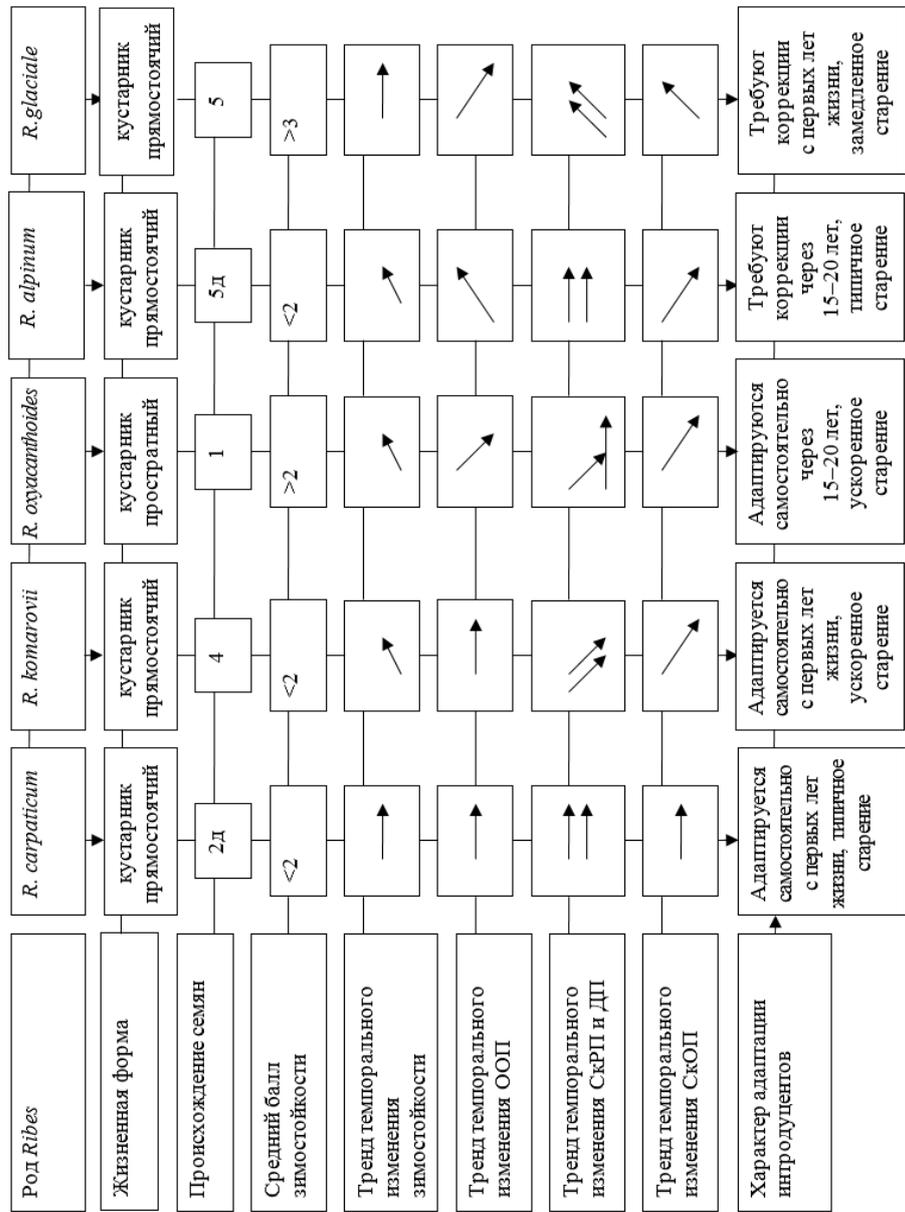


Рис. 79. Классификация видов рода *Ribes* по характеру адаптации. Условные обозначения те же, что для рис. 75

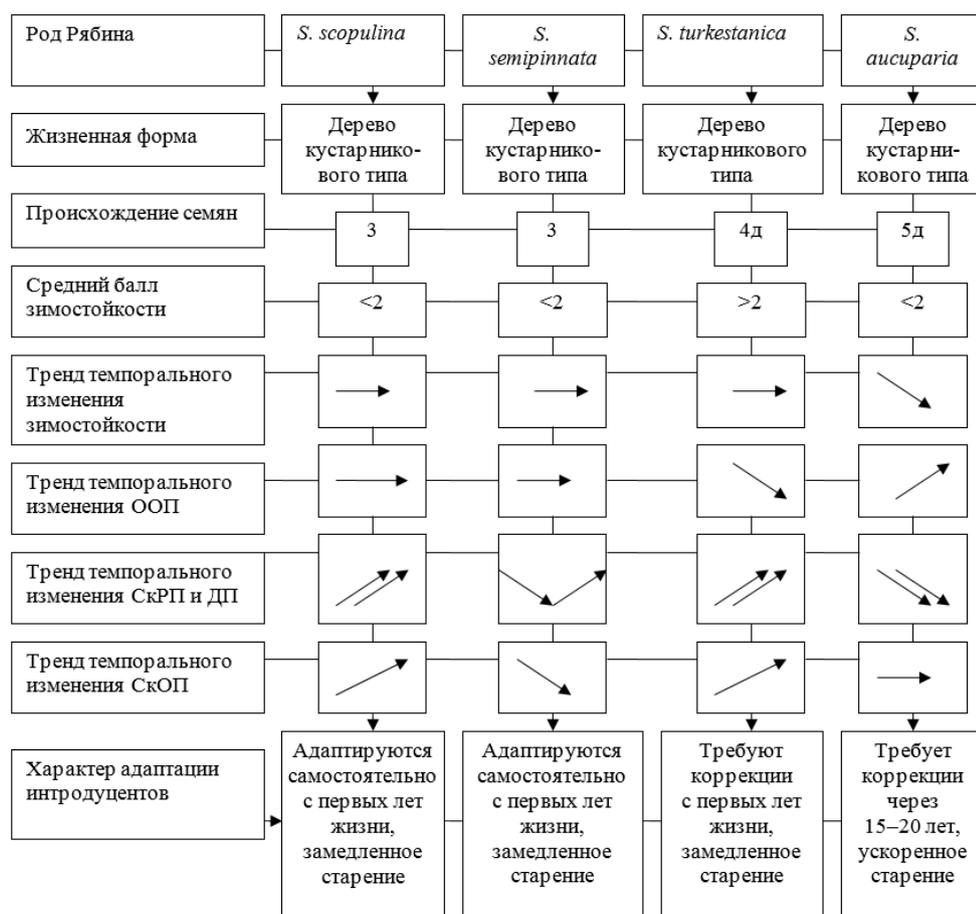


Рис. 80. Классификация видов рода *Sorbus* по характеру адаптации.
Условные обозначения те же, что для рис. 75

Растения, адаптирующиеся самостоятельно, но по истечению некоторого времени, отличаются темпоральным ростом зимостойкости, стабильным цветением и плодоношением через несколько лет.

Интродуценты, требующие коррективных мер с первых лет жизни, в основном представлены относительно неустойчивыми видами южного происхождения. Особое место в этой группе занимают растения, требующие коррекции по истечению определенного времени. К ним относятся достаточно зимостойкие виды, как правило, северного распространения, но выращенные из семенного материала южного происхождения. Вероятно, это является причиной снижения адаптивных качеств через 10–15 или 25 лет у кустарников или деревьев данной группы соответственно.

Глава 5. ЦЕЛОСТНОСТЬ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ ПРОСТРАНСТВА

5.1. Постановка проблемы

Если положительные результаты активной садовой терапии в общем несложно объяснить ее прямым воздействием на опорно-двигательный аппарат и сердечно-сосудистую систему человека, то интерпретация эффектов пассивно созерцаемого ландшафта требует синтеза различных, даже противоречивых, представлений о психофизиологических основах зрительного восприятия. Основным «камнем преткновения» здесь является проблема структурно-функциональной целостности воспринимающих систем. По отношению к ней существующие мнения можно разделить на утверждающие пространственную и временную разобщенность процессов проксимальной стимуляции и восприятия³⁶ либо их интегрированность вплоть до континуального уровня³⁷.

Первый подход основан на представлениях о зрительном восприятии как о причинно-следственной цепи последовательных реакций — от возбуждения фоторецепторных клеток сетчатки глаза и преобразования электромагнитного излучения в нервные импульсы до их передачи в кору головного мозга и формирования зрительного образа. Традиционное объяснение этих функций в терминах современной биофизики и нейрофизиологии не решает вопрос о взаимодействии соматических и психических структур, оставляя между ними понятийный пробел. Альтернативный, психософский, подход связан с утверждением принципа пространственно-временного психосоматического континуума (Курпатов, Алехин, 2006), который лежит в основе разных типов восприятия, включая зрительное.

Отсутствие единого понятийного аппарата для описания различных психосоматических состояний является естественным следствием антиномичности отношений сомы и психики как целого и части или их целостности и дискретности. Применительно к зрительному восприятию данную антиномию можно рассматривать с точки зрения взаимоотношений чувственности и рассудочности, посредством которых предметы, соответственно, целостно воспринимаются или дискретно, логически последовательно, осмысливаются. Понятийный барьер между этими оппозициями преодолевается привлечением «семантического посредника», как указывалось в категории, в равной степени присущей обеим составляющим антиномии.

Впервые семантический синтез чувственного и рассудочного осуществил И. Кант с помощью категории времени, трансцендентальная природа которого позволяет соединять понятия разной модальности (Кант, 1964; Гайденок, 2003). Примерно 150 лет спустя аналогичный подход применил американский психолог Джеймс Джером Гибсон в своей теории «непосредственного», или «экологического», восприятия, доведя целостность зрительного восприятия до уровня «...чувств, как воспринимающих систем» (Гибсон, 1988;

³⁶ В духе структурализма В. Вундта и Э. Титченера (Вундт, 1896).

³⁷ Согласно позициям немецкой гештальтпсихологии и теории экологического подхода к зрительному восприятию Дж. Гибсона (1988).

Covarrubiasa et al., 2017). Однако трансцендентальную природу имеет не только время, но и пространство, и за три десятка лет до появления первых работ Дж. Гибсона православный священник, известный богослов и математик о. Павел Флоренский использовал эту категорию для обоснования духовного значения обратной перспективы при формировании перцептивного образа (Флоренский, 1999; Перетятыкин, 2009).

Разными путями подоядя к проблеме целостности восприятия, Флоренский и Гибсон в каком-то смысле пренебрегли общепринятыми представлениями физики своего времени. Характеризуя обратную перспективу как «метафизическую плоскость спайности бытия», о. Павел, по существу, допустил теоретическую возможность расширения пространственного восприятия за границы физического зрения (Перетятыкин, 2009), а Дж. Гибсон, оценивая перцептивную роль «закрывающих краев», — одновременного восприятия прошлого, настоящего и будущего (Гибсон, 1988).

Позиции Флоренского и (вслед за Кантом) Гибсона, решивших проблему понятийного разрыва между категориями чувственности и рассудочности с помощью пространственной или временной трансцендентальных схем, взаимно дополняют друг друга, отражая различные способы достижения целостности зрительного восприятия. В связи с этим логично предположить, что для синтеза их представлений потребуется более общая трансцендентальная схема.

Для ее создания целесообразно сравнить позиции Дж. Гибсона и о. Павла Флоренского с его современными последователями³⁸ с точки зрения пространственно-временных отношений воспринимающих систем и воспринимаемых объектов.

5.2. Джеймс Джером Гибсон. Объемлющий оптический строй как временной континуум пространственных форм

Для психологической науки второй половины XX века революционное значение теории непосредственного восприятия, или «экологического подхода к восприятию», Дж. Гибсона заключалось в идее континуальной целостности механизма зрительного восприятия, по его словам, в «*установлении **прямой, неопосредованной связи между образами и инвариантами-стимулами***» без «*промежуточного процесса (нервного или психического), опосредующего эту связь*» (Гибсон, 1988)³⁹ (выделено нами. — В. Ж., О. Г., В. М.).

Согласно общепринятым до появления его теории представлениям, зрительное восприятие строится на ощущениях, которые до стадии формирования перцептивного образа проходят многоэтапную обработку. Исключая участие отдельных ощущений в этом механизме, Дж. Гибсон отрицал и необходимость

³⁸ Автора математической теории пространственных построений в изобразительном искусстве, академика РАН Б. В. Раушенбаха, а также исследователей обратной перспективы, психолога О. А. Гончарова и философа Г. Ф. Перетятыкина.

³⁹ Учитывая поздние взгляды Дж. Гибсона, в которых степень интегрированности зрительного восприятия была поднята им до «*чувств, как воспринимающих систем*» (Covarrubiasa et al., 2017), можно говорить о континуальном уровне целостности этого механизма.

обработки поступающей с ними информации: в его теории внешние воздействия не дифференцируются на отдельные стимулы, так как реакциями на них являются целостные ощущения.

При этом Гибсон утверждал реальность существования зрительного стимула высшего порядка — «объемлющего оптического строя» (ООС), инвариантного светового потока, который непосредственно связан с формируемым перцептивным образом без промежуточных звеньев в виде нервных или психических процессов. Математически ООС является мерой множества световых лучей светового пучка, не зависящего от того, какая из частей воспринимаемого пространства является излучающей (Гибсон, 1988).

Центральное понятие теории Гибсона — «экологическая оптика» — это результат структурирования ООС совокупностью зрительных, или телесных, углов. Однако «...вместо единственного объекта, предстоящего глазу»⁴⁰, он рассматривает «окружение из освещенных поверхностей. А вместо набора телесных углов — ...образуемый ими встроенный комплекс» (Гибсон, 1988). Весь комплекс объемлющего строя телесных углов составляет, по Гибсону, основу естественной перспективы. Так как взятая в отдельности естественная перспектива «геометризует окружающий мир и потому излишне упрощает его» (Гибсон, 1988), важным элементом его теории является также подвижность точки наблюдения, которую он связывает с поведением единой системы «глаз — голова — тело» наблюдателя или с его активным перемещением в пространстве, то есть локомоциями (Гибсон, 1988)⁴¹.

Основываясь на исключительной роли ООС как зрительного стимула высшего порядка, Дж. Гибсон фактически отрицал реальность «пустого» пространства, рассматривая его только в качестве вместилища формирующих ООС светоотражающих поверхностей и отводя времени, а не пространству главную роль в механизме зрительного восприятия. Однако наиболее парадоксальной и смелой идеей теории Гибсона стало «непосредственное восприятие скрытых поверхностей», которые не «припоминаются» из полученных ранее впечатлений и не «предвосхищаются» на их основе⁴². «Вполне разумно считать, — утверждал Гибсон, — что **восприятие простирается и в прошлое, и в будущее**» (Гибсон, 1988) (выделено нами. — В. Ж., О. Г., В. М.).

Именно в этих рассуждениях, синтезирующих чувственную и рассудочную составляющие зрительного восприятия, наиболее заметно влияние на Дж. Гибсона философии И. Канта, использовавшего время в качестве посредника при трансмодальном синтезе этих категорий (Гайденко, 2003). Придавая вслед за Кантом фактору времени трансцендентальный смысл, Гибсон редуцировал роль пространства в зрительном восприятии до способа реализации временных изменений ООС, через континуум которых различные пространственные формы находят зримое выражение.

⁴⁰ Как считали древние философы Евклид и Птолемей.

⁴¹ В дальнейшем из стилистических соображений мы будем использовать понятие «локомоции» для обозначения всех возможных форм подвижности точки наблюдения.

⁴² Сделанного им на основании результатов экспериментов П. Каплана по изучению эффектов «заслоняющего края» (Kaplan, 1969).

5.3. Отец Павел Флоренский. Обратная перспектива как пространственный континуум временных состояний

В отличие от Дж. Гибсона, позиции о. Павла Флоренского строятся на представлениях не только об онтологической, но и о гносеологической реальности «пустого» пространства неевклидовых геометрий. По мнению Флоренского, *«отвлеченно-геометрически, пространство эвклидовское есть лишь частный случай различных, весьма разнообразных, пространств...»*. Однако, даже если мы *«...допустим временно, что на самом деле физическое пространство удовлетворяет геометрии Эвклида... отсюда еще ничего не следует, будто таковым же воспринимает его непосредственный наблюдатель мира»* (Флоренский, 1999).

Привычный для нас образ открытого пространства линейной перспективы является, по Флоренскому, только иллюзией, которая создается в результате взаимодействия: 1) изменений размера зрачка, формы глазного яблока и хрусталика глаза; 2) бинокулярности зрения; 3) подвижности глаз, головы и всего тела (то есть локомоций) наблюдателя; 4) подвижности самого объекта наблюдения, наконец, 5) психических механизмов формирования перцептивного образа. Нетрудно заметить, что, за исключением последних, представления Флоренского и Дж. Гибсона о физических основах трансформации стимулов зрительного восприятия практически не различаются.

К настоящему времени установлено, что иллюзия открытого пространства линейной перспективы проявляется далеко не во всех случаях. В частности, дети до определенного возраста воспринимают пространство в обратной перспективе⁴³. Отец Павел Флоренский подчеркивает, что *«рисунки детей, в отношении неперспективности, и именно обратной перспективы, живо напоминают рисунки средневековые, несмотря на старание педагогов внушить детям правила линейной перспективы; и только с утерейю непосредственного отношения к миру дети утрачивают обратную перспективу и подчиняются напетой им схеме... Обучение перспективе⁴⁴ есть именно дрессировка»* (Флоренский, 1999). Впоследствии этот факт неоднократно подтверждался и другими авторами (Гончаров, 2009).

Обратная и/или аксонометрическая перспектива может доминировать в зрительном восприятии некоторых взрослых людей, постоянно пребывающих в пространствах открытых монотонных ландшафтов (Гончаров, 2009). На близком расстоянии от визуально воспринимаемого объекта в перцептивном пространстве наблюдателя могут чередоваться различные (прямая, аксонометрическая или обратная) перспективы, периодически сменяя друг друга при константном положении точек перехода между ними (Койгерова, 2019; Жиров и др., 2014). По-видимому, представители некоторых этнических групп способны сочетать незавуалированное локомоциями «туннельное» восприятие близкорасположенных предметов в линейной перспективе с обратноперспективным восприятием более удаленных предметов (Жиров и др., 2015).

⁴³ В чем несложно убедиться при рассмотрении детских рисунков.

⁴⁴ Имеется в виду прямой (линейной) перспективе.

Для гносеологических позиций о. Павла Флоренского обратная перспектива имеет фундаментальное значение. По мнению Г. Ф. Перетятыкина, их важным философским аспектом является содержащееся в «Философской антропологии»⁴⁵ утверждение о том, что *«особливость различных восприятий должна быть в соответствии с метафизическими линиями мира. Метафизические плоскости снйности бытия выражаются в своеобразиях психологического устройства нашего опыта»* (выделено нами. — В. Ж., О. Г., В. М.) (цит по: Перетятыкин, 2009). Это «психологическое своеобразие» придает сходство логике И. Канта и о. Павла, однако у первого в ее основе лежит время, а у второго — некие *«метафизические линии мира»*, категории явно пространственной модальности (Перетятыкин, 2009).

Пространство в представлениях о. Павла играет роль трансцендентальной схемы, объединяющей чувственную и рассудочную стороны зрительного восприятия, аналогичную той, которую у Канта выполняет время, а **пространственный континуум**, открывающий себя в обратной перспективе, — способа его реализации.

Основываясь на ретроспективном анализе существовавших в связи с этим представлений, Г. Ф. Перетятыкин считает, что позиции Канта и Флоренского отражают различные этапы становления мировоззренческих позиций человечества, причем выражение времени через пространственные схемы по Флоренскому исторически имеет более раннее происхождение, чем пространства через временные схемы по Канту (Перетятыкин, 2009).

5.4. Целостность и пространственно-временной континуум зрительного восприятия. Синтез представлений Гибсона и Флоренского

Мы показали, что по отношению к целостности механизма зрительного восприятия позиции Гибсона и Флоренского не противоречат друг другу, но по-разному оценивают значение обеспечивающих его временных и пространственных схем. Характерной особенностью теории Дж. Гибсона является создаваемая подвижностью точки наблюдения временная *«текучесть»* структур ООС, *«размораживающая»*, по его выражению, неподвижную естественную перспективу и обеспечивающая объемное восприятие пространства. Пространство в этом случае воспринимается через **временные изменения**. По мнению о. Павла Флоренского, восприятие физического пространства в обратной перспективе позволяет сформировать континуум временных состояний в перцептивном пространстве, то есть воспринимать время через **изменчивость пространственных форм**. Подвижность при этом является вторичным относительно обратной перспективы фактором.

Очевидная симметрия позиций Дж. Гибсона и о. Павла Флоренского наводит на мысль о возможностях их синтеза на основе единой схемы пространственно-временного континуума зрительного восприятия. Препятствием этому является различная модальность понятий подвижности и перспективы, которую можно преодолеть с помощью метода бинарных оппозиций и образуемых ими невырожденных (истинных) триад (Баранцев, 1989).

⁴⁵ Играющей роль предисловия к основному тексту «Обратной перспективы».

Ключевая роль подвижности в теории Дж. Гибсона позволяет обобщить его представления в виде бинарной оппозиции: *«подвижность — покой»* (1). Подвижность воспринимающих систем и локомоции наблюдателя могут реализоваться при сохранении их пространственной целостности либо в результате снижения ее уровня, то есть распада на составляющие элементы. Вследствие этого базовую оппозицию (1) можно представить в форме истинной триады (2) (рис. 81):



Рис. 81. Базовая триада

Принимая во внимание то, что в идеальном случае преобразование подвижной целостной системы в совокупность независимых друг от друга подвижных элементов с необходимостью включает в себя мгновенное состояние «нулевой» подвижности, при котором система прекращает свое существование как единое целое, логично преобразовать истинную триаду (2) в триаду вырожденную⁴⁶:

«подвижность/целостность — покой — подвижность/распад» (3).

Позиция о. Павла Флоренского о пространственном восприятии также может быть представлена в форме вырожденной триады перспектив различных типов:

«прямая — аксонометрическая — обратная» (4).

Несмотря на то что в своей теории о. Павел придает главное значение пространству, а Дж. Гибсон — времени, в контексте целостности механизма зрительного восприятия их взгляды объединяет пространственно-временная константность, то есть отсутствие третьего измерения и временных изменений в «нулевой» точке, которые в первом случае обеспечиваются аксонометрической перспективой, а во втором — неподвижностью воспринимающих систем и воспринимаемых объектов.

Временная континуальность зрительного восприятия в теории Дж. Гибсона непосредственно зависит от скорости локомоций, возрастая с ее увеличением и согласованностью их поведения. С этих позиций, целостное восприятие структур ООС при снижении их подвижности вплоть до состояния покоя в «нулевой» точке должно завершиться превращением трехмерного зрительного образа в двумерный. Следующее за этим состоянием возрастание несогласованной подвижности отдельных подсистем неизбежно приведет к снижению целостности и расщеплению формирующегося образа, а затем — к его полной деградации.

⁴⁶ В противоположность истинной триаде, вершина которой расположена на качественно отличном от составляющих исходную бинарную оппозицию семантическом уровне, вершина вырожденной триады находится на одном с ними уровне, графически — на одной прямой.

Согласно теории о. Павла, восприятие пространства в обратной перспективе не зависит от активности локомоций, так как, по всей видимости, оно является рудиментом древнего и более совершенного зрения, утраченного человеком в условиях городской среды и развития технологий. В переходной — аксонометрической — перспективе, или «нулевой» точке, пространственное восприятие не создает объемного образа, поскольку в ней размеры воспринимаемого объекта не изменяются с расстоянием. Изменение геометрии перцептивного пространства при переходе к прямой перспективе связано с уменьшением числа его измерений вплоть до одного, если этот переход не маскируется факторами подвижности, повышающими целостность пространственного восприятия. Последующая деградация теоретически должна привести к такому же конечному результату, что и в случае расщепления зрительного восприятия, то есть к его прекращению. Эти соображения позволяют объединить позиции Гибсона и Флоренского в виде следующей схемы (рис. 82):



Рис. 82. Объединенная схема состояний перцептивного пространства по Флоренскому — Гибсону

Оси координат, представленные оппозициями:

ЦЕЛОСТНОСТЬ ----- РАСПАД
ПРЯМАЯ ПЕРСПЕКТИВА ----- ОБРАТНАЯ ПЕРСПЕКТИВА

с нулевой точкой аксонометрии/неподвижности, делят поле возможных состояний перцептивного пространства на четыре сектора, каждый из которых ограничен векторами двух типов: изменений подвижности ООС и вариаций перспективы пространственного образа. В направлениях, обозначенных векторами обратной перспективы или целостности, в процессе зрительного восприятия должно происходить образование пространственного континуума временных состояний или временного континуума пространственных форм соответственно.

В связи с этим можно предполагать следующие возможности.

Сектор 1. Общий принцип формирования указанных состояний в этой области соответствует представлениям Флоренского о декорирующей роли локомоций и подвижности воспринимающих систем в процессе создания иллюзии открытого пространства, построенного по закону прямой перспективы. Подвижность структур ООС и возрастание целостности зрительного восприятия является в этом случае фактором, компенсирующим сужение перцептивного пространства при усилении восприятия этого типа. По-видимому, при подвижности, недостаточной для сохранения иллюзии открытого пространства, размерность его перцептивного образа сокращается вплоть до одного измерения. Дальнейшее развитие этого процесса приведет к полному прекращению зрительного восприятия.

Сектор 2. Снижение целостности механизма зрительного восприятия при доминировании в нем даже аксонометрической перспективы приведет к расщеплению пространственного образа, в результате чего он станет двумерным. Переход к прямой перспективе и ее развитие усилят деградацию перцептивного пространства, сократив его размерность до одного измерения, а далее полностью прекратят зрительное восприятие.

Сектор 3. Пространственное восприятие в обратной перспективе, по-видимому, способно до определенной степени «уравновесить» дезинтегрирующие эффекты снижения целостности его механизма и расщепления зрительного образа.

Сектор 4. Доминирование обратной перспективы в сочетании с высокой целостностью зрительного восприятия в идеальном случае приведет к синтезу временного континуума пространственных форм и пространственного континуума временных состояний. Но в реальных условиях формирование единого пространственно-временного перцептивного континуума недостижимо, так как для этого, в частности, требуются способности к визуализации скрытых поверхностей. Однако упоминавшиеся ранее результаты экспериментов Каплана (1969) вместе с использованным А. Бергсоном «вверным» образом отдельных моментов бесконечно быстрого времени, развернутых в пространстве (Бергсон, 1914), а также результаты Дж. Гибсона о фундаментальном значении заслоняющих краев (1988) свидетельствуют о гипотетической возможности развития пространственного восприятия и в этом направлении.

5.5. Геометрическое разнообразие перцептивного пространства

Предложенная нами схема (см. рис. 73) варибельности форм зрительного восприятия пространства, объединяющая взгляды о. Павла Флоренского и Дж. Гибсона (см. раздел 5.4), позволяет не только классифицировать конкретные случаи с позиций отношения его нормальной целостности и патологической кластеризации, но и, в соответствии с разделом 5.5, прогнозировать возможные сценарии последующего развития патологических нарушений. С этой целью мы обобщили результаты проведенных в 2007–2012 и 2018–2022 годах исследований пространственного восприятия пациентов I Психоневрологического интерната Санкт-Петербурга (Петергоф) и Мурманской областной психиатрической больницы г. Апатиты.

В целом выявленное геометрическое разнообразие перцептивного пространства этих лиц классифицировалось по разработанной нами двумерной схеме (рис. 83).

По горизонтальной оси **А–В** на рис. 83 (соответственно «прямая перспектива — обратная перспектива» на вставке), слева направо, до пересечения с вертикальной осью **С–D** (соответственно «целостность — распад») — ослабление **прямой** перспективы вплоть до **аксонометрической** в точке пересечения. Далее в том же направлении — к обратной перспективе (первые два рисунка) и следующие три — различные варианты «разверток» зрительного восприятия. Вертикальные оси: **С–D** и следующие, перпендикулярные к **А–В** — усиливающие и/или ослабляющие целостность восприятия вплоть до его распада по типу агнозий в первом случае. Изображение «□» свидетельствует о неспособности пациента различать плоские и трехмерные объекты. По-видимому, такой эффект может быть следствием либо отсутствия, либо чрезмерной активности локомций, выходящей за пределы его физических возможностей.

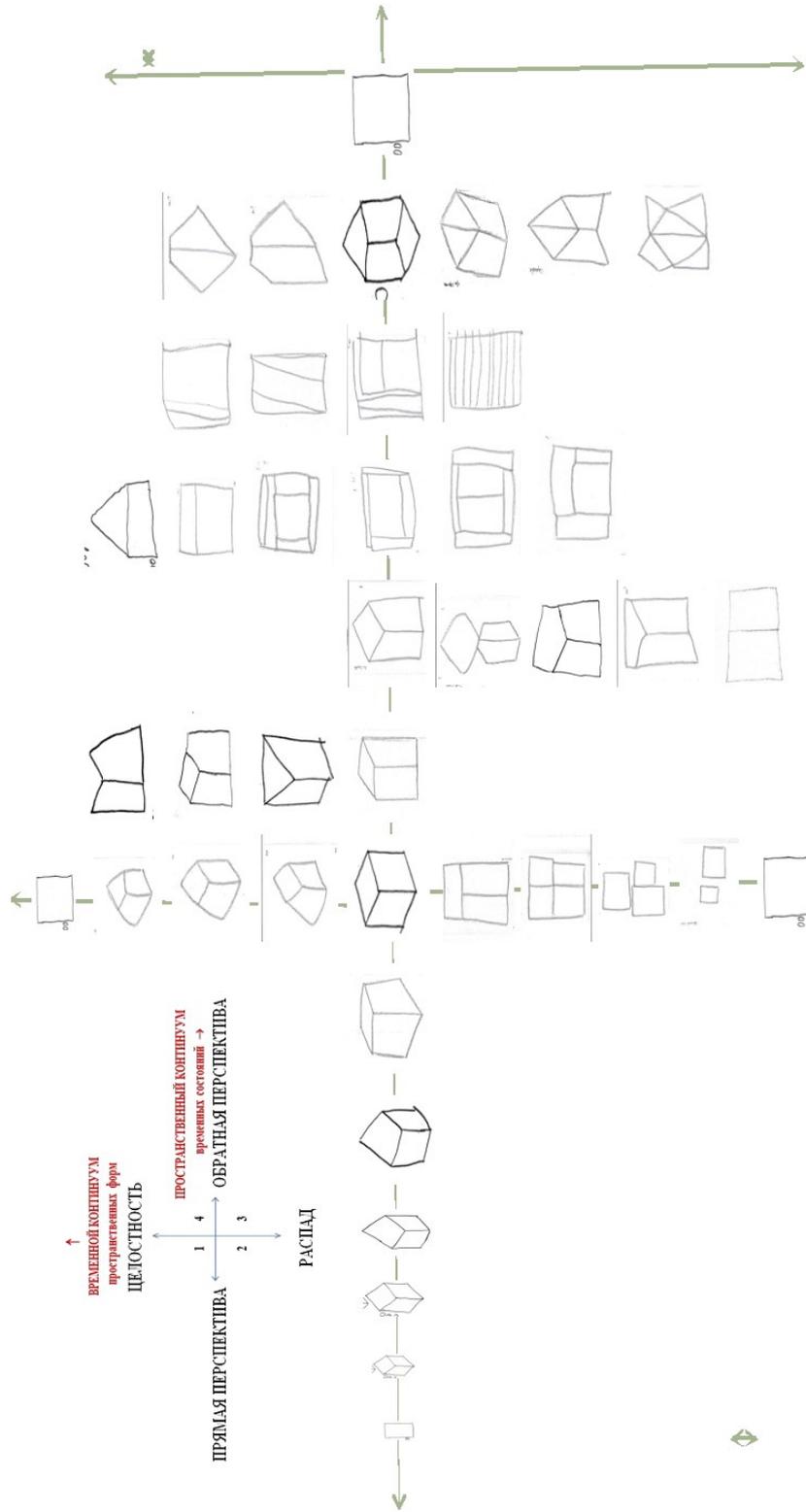


Рис. 83. Геометрическое разнообразие зрительного образа: систематизированные согласно схемам на рис. 81–82, оригинальные рисунки куба пациентов 1ПНИ и МОПБ

Разнообразие форм перцептивного пространственного образа, выявленное нами в результате изучения пациентов ИПНИ и МОПБ, (рис. 83), и его соответствие схеме двумерной классификации адаптивных реакций дендроинтродуцентов (см. подраздел 3.1.3) подтверждают справедливость наших предположений (см. раздел 1.3) о реальности получения адаптогенной информации от растения зрительным путем. Об эффективности и таргетной специализации этого механизма можно будет судить на основании анализа адаптационного разнообразия человеческого организма, принципиально сходного с анализом адаптаций деревьев и кустарников (см. главу 4).

5.6. Нарушения пространственного восприятия и психофизиологические эффекты

Психофизиологические основы некоторых известных нарушений зрительного восприятия и связанных с ними синдромов могут обсуждаться с позиций предложенной двумерной классификации разнообразия пространственно-временных состояний его систем.

5.6.1. Клаустрофобия и агорафобия

Среди наиболее известных психоневрологических вариаций зрительного восприятия пространства эти синдромы привлекают наибольшее внимание.

Во многих случаях признаки клаустрофобии проявляются с осознанием отсутствия свободы передвижения и поведения в целом, то есть туннелированности физического и социального пространств, особенно выраженной в условиях современного города. Роль физиологической составляющей защитного комплекса, создающего иллюзию открытости через оптическое умножение точек наблюдения, очевидно, снижается вместе с возрастным снижением двигательной активности, вследствие чего нагрузка по формированию иллюзии открытого пространства все больше переносится на психику. Возможно, что при высокой активности синдрома ощущение туннелированности среды суммируется с подсознательно сохраненными интранатальными впечатлениями.

С этой точки зрения, альтернативный синдром агорафобии, проявляющийся в форме боязни открытых пространств и больших скоплений людей, возникает как следствие избыточной активности психофизического механизма, усиливающего иллюзию открытости вплоть до утраты осторожности, что, раньше или позднее приводит к травматическим последствиям, наиболее частым у детей младшего возраста или у лиц, пребывающих в состоянии алкогольного или наркотического опьянения. В результате психической переработки травматического опыта в таких случаях может сформироваться устойчивая ассоциация открытого пространства с чувством опасности.

Таким образом, синдромы клаустро- и агорафобии можно представить как издержки пространственной перцепции в **секторе 1** схемы (см. рис. 83), в котором линейная перспектива сочетается с высокой целостностью зрительного восприятия и подвижностью элементов его механизма. Недостаточная или чрезмерная завуалированность перцептивного «туннеля» приводит, соответственно, к его реалистичному — одномерному — восприятию вместе с драматическим осознанием недоступности выхода либо к неожиданному появлению травмирующих препятствий. Восприятие пространства в обратной

перспективе предотвращает развитие указанных фобий демонстрацией более высоких уровней организации пространства в первом случае либо устранением этой декорации во втором.

5.6.2. Нарушения константности восприятия

Этот достаточно редкий синдром объединяет симптомы разнообразных нарушений зрительного восприятия размеров, пропорций, ракурсов, а также спонтанных перемещений объектов окружающего пространства. Важно, что последние возникают только во время движения пациента, а при его остановке исчезают. В подавляющем большинстве случаев страдающие НКВ пациенты способны распознавать предметы и сохраняют критичность относительно своего состояния.

Поскольку симптомы НКВ связаны с движением, логично предположить, что особенности зрительного восприятия, обуславливающие этот синдром, связаны с **секторами 1 и 4** схемы (см. рис. 83). Их разнообразие можно условно подразделить на расстройства восприятия, связанные со спонтанными (1) движениями предметов либо (2) с вариациями их размеров и пропорций. Поскольку обе тенденции являются результатом неустойчивости состояний по обеим осям нашей схемы, о близости нарушений зрительного восприятия конкретного пациента к одной из них можно судить по соотношению его двигательной активности либо неустойчивости размеров формирующихся пространственных образов.

5.6.3. Расщепление перцептивного образа

Апперцептивная агнозия Лиссауэра — распространенный симптом, при котором отдельные элементы наблюдаемого объекта не интегрируются в единый образ и в целом структура объекта не воспринимается. При нем, как и при других агнозиях, пациенты обычно не узнают и не могут вспомнить ранее виденное.

В психопатологическом смысле апперцептивная агнозия является альтернативой НКВ, занимая **секторы 2 и 3** (см. рис. 83), поскольку, в отличие от нее, связана с расщеплением зрительного образа. До некоторой степени этот эффект может компенсироваться усилением обратной перспективы перцептивного пространства, а усиление прямой перспективы при достаточно выраженном расщеплении образа в **секторе 2** может послужить причиной.

Симптом симультанной агнозии, при котором пациент способен к зрительному восприятию только одного из нескольких находящихся рядом объектов. С этой точки зрения к нему близок *симптом Балинта*, при котором эффекты симультанной агнозии усиливаются благодаря глазодвигательной апраксии.

В целом девиации зрительного восприятия, связанные с расщеплением перцептивного образа, связаны с возрастной изменчивостью, сильнее проявляясь у детей младшего школьного возраста, а в период с 8 до 13 лет восприятие развивается в направлении его интегрированности (Гончаров, 1998).

По-видимому, дальнейшее сокращение поля зрения в результате развития этого симптома вместе с усилением прямой перспективы может привести к уменьшению размерностей перцептивного пространства вплоть до одного измерения или полного прекращения зрительного восприятия.

Глава 6. ДРЕВНЯЯ ПРАКТИКА И СОВРЕМЕННЫЕ ДАННЫЕ О ДЕЙСТВИИ ЛАНДШАФТНОЙ ТЕРАПИИ НА ЗРИТЕЛЬНОЕ ВОСПРИЯТИЕ

6.1. Классика китайского ландшафтного искусства: система мастеров провинции Сучжоу

Многочисленные сведения о психологическом воздействии садов и парков указывают на возможность коррекции нарушений зрительного восприятия путем созерцания ландшафтов определенной пространственной организации. Согласно схеме (см. рис. 73), построенной на представлениях о. Павла Флоренского (1999), геометрическое разнообразие перцептивного пространства определяется изменчивостью его перспективы, локомоциями и подвижностью наблюдаемого объекта.

По-видимому, психотропная активность ландшафта обусловлена определенным сочетанием этих факторов, специфичных относительно конкретных видов нарушений восприятия и психофизических особенностей самого наблюдателя. Однако далеко не всегда можно разграничить нормальное и патологическое формирование зрительного образа, как и вообще психическую норму и нарушения психики. В контексте развиваемых здесь взглядов однозначно различаются только континуальные⁴⁷ и дискретные типы зрительного восприятия. Но поскольку между ними существует целый спектр переходных форм, многообразие которых далеко не всегда можно выразить терминами современной психофизиологии⁴⁸, очевидно, что для их определения требуется более емкий понятийный аппарат. Его основные принципы обсуждались выше и были положены в основу предлагаемой классификации различных форм зрительного восприятия, согласно схеме на рис. 82.

Так как геометрические характеристики традиционных садов, в том числе определяющие их психотропные свойства, являются производными соответствующей культурной среды, их невозможно формализовать, не прибегая к духовным основам базовой культуры. Для китайского садового искусства, сформировавшегося более трех тысяч лет назад на основе синтеза религиозно-философских систем даосизма, конфуцианства и буддизма, это имеет особое значение (Голосова, 2008).

Не будет преувеличением сказать, что до настоящего времени именно китайская культура является лидером по технологиям моделирования перцептивного пространства и формирования определенных зрительных образов через психофизическое воздействие искусственных ландшафтов⁴⁹.

Проблема лечебных садов имеет продолжительную историю, однако в подавляющем большинстве случаев в различных (особенно древних языческих) культурах их терапевтическая функция лишь дополняла основную — сакральную (Рандхава, 1981). С этой точки зрения особый интерес представляют китайские

⁴⁷ В этом случае восприятие теоретически должно расширяться за пределы возможностей физического зрения.

⁴⁸ А интерпретация во многом зависит от научной позиции автора.

⁴⁹ Мы не рассматриваем здесь возможности прямого духовного воздействия с помощью ландшафтного дизайна, технологии которого лежали в основе традиционных китайских садов.

сады, гармонически сочетающие духовное с материальным, в частности с терапевтическим. Поэтому с древних времен в Китае сад использовался как в эстетических, так и лечебных целях.

Высокий уровень технологий психологического воздействия, достигнутый в садово-парковой культуре древнего и средневекового Китая, дает все основания использовать этот опыт при создании теоретических основ современной ландшафтной терапии. Вместе с тем, нельзя не разделить сомнения ведущего отечественного специалиста по дальневосточным садам Е. В. Голосовой «...о правомерности и рациональности использования учения, в основу которого заложена определенная география местности и присущие ей экологические параметры и законы, для других географических зон» (Голосова, 2008). Однако в настоящее время специфические особенности культурообразующих сред Китая и христианского мира уже не создают непреодолимой преграды для использования китайских технологий психотропной активности искусственных ландшафтов в европейской ландшафтной терапии. Связующим в этом смысле звеном могут служить представления о континуальной целостности зрительного восприятия о. Павла Флоренского и Дж. Гибсона, поскольку онтологическая и гносеологическая целостность мира вообще является одним из основополагающих принципов трех главных религиозно-философских систем, послуживших духовной основой традиционных китайских садов — даосизма, конфуцианства и буддизма.

Более тысячелетия назад в китайской области Сучжоу, расположенной в нижнем течении реки Янцзы и отличающейся разнообразием форм классических садов, была разработана классификация, включающая следующие типы садовых ландшафтов:

противоположные — образующие различные картины, последовательно раскрывающиеся для зрителя в проемах архитектурных конструкций при его движении;

открытые — обеспечивающие восприятие нескольких картин одновременно;

разделенные — последовательно раскрывающие для зрителя отдельные участки сада по принципу анфилады дворцовых комнат при его движении;

сквозные — построенные по принципу почти полностью разделенных перегородками участков, через небольшие проемы в которых просматриваются конструкции соседних кластеров;

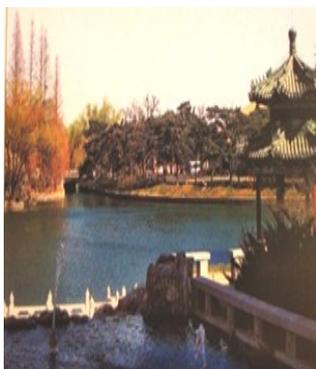
заимствованные — использующие фрагменты внешних пейзажей, вписанных в общую ландшафтную конструкцию сада (Голосова, 2008).

Суммируя сказанное, древнекитайскую классификацию ландшафтов можно спроецировать на схему рис. 81, 82 следующим образом (рис. 84).

Сравнивая предложенную ранее схему (см. рис. 82) с данной классификацией, сучжоуские типы садовых ландшафтов можно систематизировать с точки зрения изменчивости соотношений целостности — расщепленности с одной стороны и прямой — обратной перспективы перцептивного пространства с другой. Очевидно, что при восприятии ландшафтов в последовательности: **противоположные** — **разделенные** — **сквозные** его дискретность растет вплоть до состояния явно выраженной кластеризации в последнем случае. С другой стороны, **заимствование** крупномасштабных элементов (в частности, естественных возвышенностей) у внешних ландшафтов и встраивание их в садовую композицию можно рассматривать как способ усиления обратной перспективы в целостной картине всего ансамбля, а его **открытость**, согласно взглядам Флоренского, как завуалированную локомоциями одномерность восприятия в прямой перспективе.



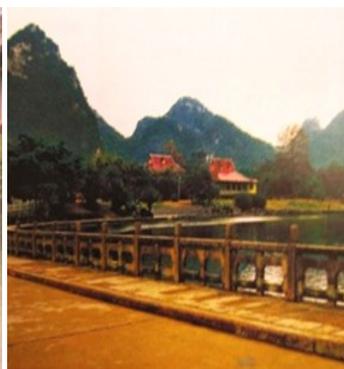
Противоположный пейзаж,
Шоусиху, Янчжоу



Открытый пейзаж,
правительственная
резиденция Дяюйтай,
Пекин



Разделенный пейзаж,
сад Гуи, Наньсян



Заимствованный пейзаж,
парк Луньтань, Лючжоу



Сквозной пейзаж, храм Даминсы, Янчжоу

Рис. 84. Проекция принципа сучжоуской классификации ландшафтов на объединенную схему (рис. 82) состояний перцептивного пространства по Флоренскому — Гибсону. Фотографии садовых ландшафтов приводятся по монографии Е. В. Голосовой (Голосова, 2008) с любезного разрешения автора

В этой схеме особое внимание обращают на себя **разделенные** пейзажи, занимающие промежуточное положение между **заимствованными** и **открытыми** пейзажами по горизонтали и между **противоположными** и **сквозными** — по вертикали.

Учитывая то, что каждый тип пейзажа занимает на схеме (см. рис. 82) достаточно обширную область с нечетко выраженными границами, можно думать, что «нулевая» точка, соединяющая аксонометрическую перспективу на оси абсцисс с пределом целостности зрительного восприятия на оси ординат, находится внутри области **разделенных** пейзажей. Это согласуется с традиционными формами организации их пространства, так как «анфиладный» принцип китайских садовых конструкций⁵⁰ минимизирует использование прямых линий, препятствуя восприятию в линейной перспективе. Однако он также не способствует доминированию обратной перспективы, для восприятия в которой необходимы большие размеры объектов заднего плана, значительно превышающие размеры близко расположенных объектов. По-видимому, в идеале **разделенные** пейзажи способствуют развитию аксонометрической перспективы, что является одним из факторов уменьшения глубины перцептивного пространства. Кроме того, на расположение «нулевой» точки в этой области указывает их переходный характер между **противоположными** и **сквозными** пейзажами.

6.2. Современные подходы к созданию лечебных садово-парковых комплексов

Таким образом, предложенная нами схема изменений целостности зрительного восприятия в результате взаимодействия локомоций и геометрических параметров окружающего пространства, объединяющая представления о. Павла Флоренского и Дж. Гибсона, согласуется с принятой в Китае классификацией садовых ландшафтов. Это позволяет рассматривать ее как возможную основу базовой теории ландшафтной терапии и алгоритма создания лечебных садов и парков.

В качестве общего принципа целесообразно использование традиционного для китайской ландшафтной архитектуры и живописи приема активного управления восприятием создаваемого или изображаемого пространства. С этой точки зрения особое значение приобретают:

- 1) разделение территории сада на отдельные участки, соединенные друг с другом переходами;
- 2) дифференциация пространства сада не только по горизонтали, но и по вертикали с помощью возвышенностей, камней и водоемов;
- 3) манипулирование разнообразными оптическими эффектами, благодаря которым изменяются не только тип перспективы, но и размеры отдельных элементов, так же как и его облик в целом (Голосова, 2008).

Базовой моделью для конструирования соответствующих ландшафтов может служить представленная выше классификационная схема, связывающая их различные типы с этими составляющими.

⁵⁰ В отличие от европейских традиций.

Поскольку ранее нами было выявлено значительное разнообразие геометрических особенностей перцептивного пространства не только у пациентов с различными нарушениями психики, но и у психически здоровых лиц (Жиров и др., 2014; Гончаров, 1998; Жиров и др., 2015), для дальнейшего развития этого направления принципиальным является изучение изменений целостности пространственного восприятия при различных психоневрологических заболеваниях и зависимости психофизических эффектов визуального восприятия ландшафта от характера его пространственной организации. Во втором случае важно определить тактику терапевтического воздействия применительно к индивидуальным особенностям организации перцептивного пространства у конкретного пациента.

Очевидно, что для массового использования с учетом этих требований организация комплекса ландшафтной терапии на основе стандартной садово-парковой территории является практически неосуществимой задачей, так как при формировании рабочих площадок технически невозможно учесть все возможные вариации пространственного восприятия пациентов.

Эта проблема может решаться путем создания рабочих зон трех типов: (1) общей направленности с постоянными посадками древесно-кустарниковых растений для проведения начальных этапов занятий под открытым небом и (2) специализированных, расположенных в закрытых помещениях с использованием комнатных вечнозеленых растений, взаиморасположение которых будет меняться в зависимости от индивидуальных особенностей пространственного восприятия конкретного пациента. Кроме того, (3) на основе современных 3(5)Д-имитаторов станет возможным конструирование виртуальных пространств, имитирующих реальные ландшафты с заданными свойствами. В зависимости от конкретных условий, создаваемые комплексы ландшафтной терапии могут иметь разные масштабы и быть в разной степени дифференцированы — от садово-парковых участков при санаториях до зон отдыха на военных и промышленных объектах.

6.3. Влияние внешних условий на геометрию перцептивного пространства

Результаты оригинальных исследований, изложенные в главах 3 и 4, а также теоретические выкладки глав 1 и 2 настоящей работы послужили основой для разработки реабилитационных методов психо- и нейрокоррекции, которые получили положительную оценку специалистов, были опубликованы и успешно применялись в Мурманской областной психиатрической больнице и в ряде специализированных социальных учреждений в 2013–2021 годах (приложение).

В главе 5 мы высказывали предположение, что технологическая специфика ландшафтной терапии в значительной степени связана со зрительным восприятием пространства, в частности с геометрическими особенностями зрительного образа, который формируется у пациента.

Давно известно, что, например, цвет зрительно воспринимаемых объектов обладает психотропной активностью, в связи с этим его воздействие было положено в основу самостоятельного психотерапевтического направления хромотерапии. Применительно к обсуждаемым здесь вопросам особый интерес представляло влияние цветовой гаммы созерцаемого ландшафта на геометрию перцептивного пространства наблюдателя. При этом, поскольку, согласно теориям обратной перспективы (Флоренский, 1999) и экологического восприятия (Гибсон, 1988), на формирование зрительного образа существенное воздействие оказывают цвет воспринимаемых объектов и подвижность перцептивных систем человека, а также подвижность самих объектов зрительного восприятия, для изучения вопроса об их влиянии на геометрические параметры формирующегося зрительного образа при занятиях по программам ландшафтной терапии на Севере был проведен анализ влияния сезонной смены окраски листьев ландшафтообразующих растений березы пушистой, а также регулярных занятий верховой ездой. Последние использовались для моделирования эффектов изменения пространственного положения тела испытуемого и его зрительного ракурса по сложной траектории⁵¹.

Исследования влияния занятий по программам ЛТ проводились как на испытуемых, имеющих психические нарушения, так и на психически здоровых лицах.

6.3.1. Сезонные изменения цвета листьев ландшафтообразующих растений

Согласно изложенным выше соображениям, на данном этапе экспериментальная работа была направлена на выяснение вопроса о существовании и характере связи между особенностями пространственного восприятия испытуемого и его предпочтениями относительно организации визуально воспринимаемого пространства.

В течение летнего сезона 2018 года на разных стадиях вегетации (в первых декадах июля, августа и сентября) в листьях растений важного для Севера вида березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh. S. L.), послужившего впоследствии виртуальной моделью для визуализации геометрических особенностей перцептивного пространства испытуемых, был проведен спектрофотометрический анализ содержания суммы хлорофиллов и каротиноидов, определившего окраску листьев, которой приблизительно соответствовал цвет виртуальной модели (табл. 4). Расположение моделей в виртуальном пространстве и их размеры отвечали чередованию различных типов перспективы, обнаруженному в перцептивном пространстве испытуемых. Аналогичные модели были построены также в буром и желтом цветах, имитирующих разные стадии осеннего старения листьев с приблизительным содержанием пигментов.

⁵¹ Хотя во втором случае нельзя исключать и сильного эмоционального воздействия лошади на всадника, которое, в свою очередь, может заметно влиять на его пространственное восприятие.

Таблица 4

Приблизительное соответствие цвета используемых компьютерных моделей реальной концентрации хлорофиллов и каротиноидов в листьях березы пушистой в первой декаде июля, середине августа и первой декаде сентября в г. Апатиты Мурманской области

| | Светло-зеленые | Бурые | Желтые |
|-------------------|----------------|-------|--------|
| Хлорофиллы, мг/г | 4,1 | 2,2 | 1,4 |
| Каротиноиды, мг/г | 1,4 | 0,6 | 0,4 |

Полученные данные послужили основой для выяснения предпочтений трех испытуемых (№№ 2, 1, 4), контрастно различающихся по характеру зависимости величины коэффициента пространственного расширения (Кпр), среди 13 моделей согласно вышеприведенной методике. Предпочтения виртуальных моделей определенных пространственно-цветовых форм оценивались по суммам Кпр (табл. 5).

Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что предпочтения испытуемых участников эксперимента были связаны с виртуальными конструкциями, в которых доминирует перспектива в диапазоне изменчивости Кпр от +0,15 до -0,53. При этом в исследованном цветовом ряду были выявлены следующие тенденции. Главные (I) предпочтения испытуемых в последовательности цветов **зеленый — бурый — желтый** изменялись в сторону усиления прямой и ослабления обратной перспективы. В дополнительных (II) предпочтениях доминанта прямой перспективы была более выражена, чем в главных. В главных предпочтениях (I) в указанном ряду во всех случаях наблюдались линейная зависимость при переходе от обратной перспективы к прямой (№ 2) или усиления прямой перспективы (№№ 1 и 4). В случаях (II) в этом ряду зависимость имела куполообразный характер, у № 1 и № 2 — с максимумом линейности при бурой окраске, у испытуемого участника № 2 — с ее минимумом.

Судя по линейному характеру изменений суммы значений Кпр, именно главные предпочтения (I) могут отражать характер взаимодействия цветовой рецепции с геометрическими особенностями восприятия окружающего пространства. С этой точки зрения предпочтения (II) отражают потребность в усилении линейного восприятия пространства, возможно, необходимого для уравнивания чрезмерного для конкретного лица его восприятия в обратной перспективе.

Данные, полученные на этом этапе работы, дают основание предполагать, что характер зрительного восприятия, с нарушениями которого связаны различные психопатологические состояния, варьирует в зависимости от цветовой гаммы растений, формирующих пространство лечебного сада.

Таблица 5

Результаты оценки геометрической вариабельности перцептивного пространства испытуемых при сезонной смене цвета листьев березы пушистой

| Номер Варианты | 2 | | | 1 | | | 4 | | | | | |
|-------------------|------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|----------------|
| | 0 | II | I | I + 0 / II + 0 | 0 | II | I | I + 0 / II + 0 | 0 | II | I | I + 0 / II + 0 |
| Зеленый | 0,15 | -2,33 | 0,8 | 0,45/-2,18 | -0,15 | -3,26 | -1,74 | -1,94/-3,41 | -0,53 | -2,22 | -0,41 | -1,44/-2,73 |
| Бурый | 0,15 | -3,33 | 0,15 | 0,30/-3,18 | -0,15 | -3,04 | -2,34 | -2,44/-3,14 | -0,53 | -5,70 | -1,55 | -2,08/-6,23 |
| Желтый | 0,15 | -1,28 | -0,18 | -0,03/-1,13 | -0,15 | -5,75 | -2,45 | -3,10/-5,40 | -0,53 | -0,73 | -2,41 | -2,41/-1,26 |

$$I + II = 1,53; -3,18; -1,46; \quad -5,05; -5,38; -8,70; \quad -3,13; -7,25; -3,14$$

Примечание. Номера 2, 1, 4 соответствуют вышеприведенным обозначениям испытуемых лиц. 0 — сумма Кипр каждого испытуемого, I — то же по главному предпочтению, II — по сумме двух дополнительных.

6.3.2. Верховая езда⁵²

Как известно, на характер зрительного восприятия пространства оказывают существенное воздействие бинокулярность нашего зрения и подвижность не только собственно глаз, но и различных частей тела, при изменениях положения которых изменяется и положение зрительной оси⁵³. Следовательно, занятия верховой ездой создают разнообразные условия, в разной степени влияющие на геометрические особенности формирующихся зрительных образов и могут использоваться в качестве одной из моделей для изучения роли локомоций в пространственном восприятии.

На рисунках 85–99 представлены общие результаты исследования зависимости коэффициента пространственного расширения от расстояния до изображаемого объекта для всех испытуемых, участвовавших в эксперименте.

Как видно, величина коэффициента перспективного расширения существенно варьировала в зависимости от возраста, эмоционального статуса и продолжительности занятий верховой ездой. Для более подробного изучения этих эффектов был проведен сравнительный анализ величин $K_{пр}$, усредненных по соответствующим группам.

В перцептивном пространстве представителей старшей (14–16 лет) возрастной группы на расстоянии более 100 см линейная перспектива значительно более сильно выражена, чем у представителей младшей группы. Во втором случае явные признаки линейной перспективы наблюдались на дистанции более 200 см, хотя они были менее выражены, чем в первом. Кроме того, младшие испытуемые отличались от старших заметными признаками обратной перспективы на близком (50 см) расстоянии (рис. 100). Обращает на себя внимание полное совпадение пространственного восприятия представителей обеих групп на дистанции 100 см, выразившегося в явной аксонометрической перспективе.

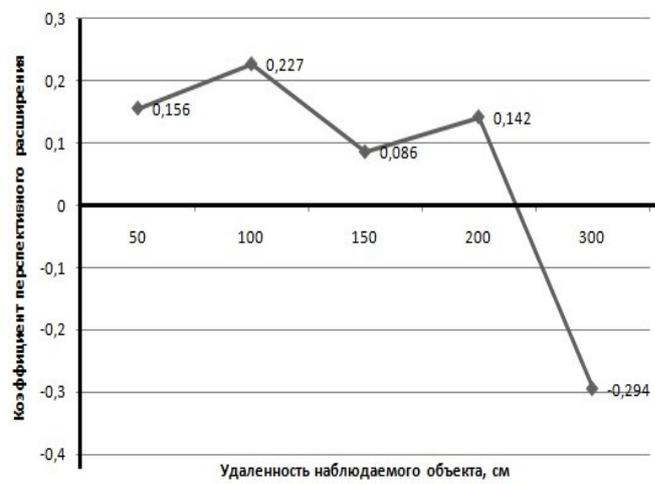
Результаты сравнения особенностей пространственного восприятия у различающихся по эмоциональному статусу испытуемых (рис. 101) свидетельствуют о том, что при общем сходстве формы кривых исследуемых зависимостей (исключение составляют изменения величины $K_{пр}$ в диапазоне 50–100 см) эмоциональная лабильность связана с более выраженным линейно-перспективным восприятием третьего измерения на дистанциях, больших 150 см. У представителей этой группы оно сохраняется и на близких (50 и 100 см) расстояниях при том, что эмоционально монотонные испытуемые отличались в последнем случае обратной перспективой перцептивного пространства. Следует отметить, что по мере увеличения исследованной дистанции от 150 до 200 см различия между представителями обследованных групп явно уменьшались при снижении выраженности линейной перспективы в их пространственном восприятии.

⁵² Конно-спортивные занятия организованы и проведены Л. Н. Мазуренко и К. Л. Мазуренко, а экспериментальные данные получены и обработаны Е. А. Марус под руководством В. К. Жирова.

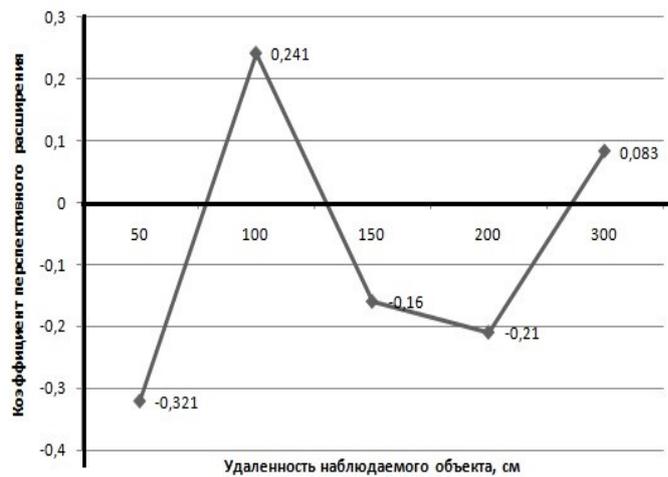
⁵³ Нельзя при этом исключить возможности опосредованного влияния на зрительное восприятие всадника его эмоционального состояния, естественно, изменяющегося при общении с лошастью, и прямого воздействия телодвижений, а также изменений оси зрения, естественных при верховой езде.



Рис. 85. Особенности перцептивного пространства испытуемой № 1 (ноябрь 2014 г.)



a



б

Рис. 86. Особенности перцептивного пространства испытуемой № 2:
a — ноябрь 2014 г.; *б* — май 2015 г.

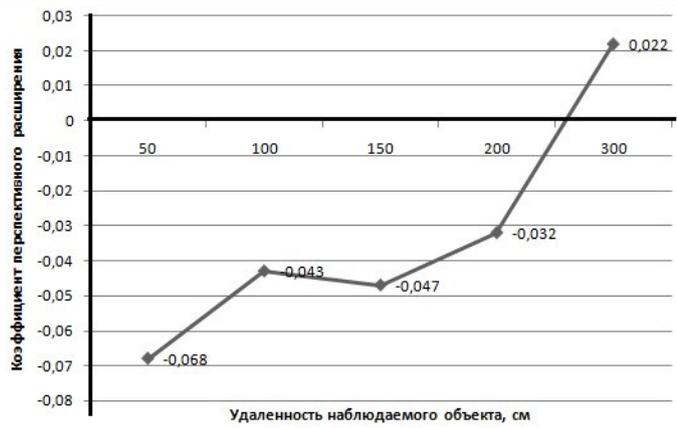
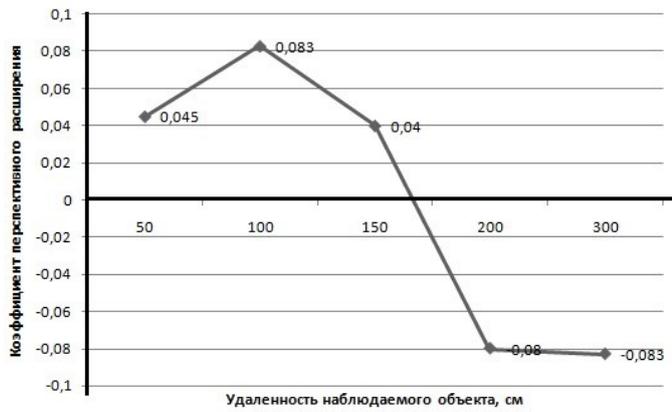


Рис. 87. Особенности перцептивного пространства испытуемой № 3 (ноябрь 2014 г.)

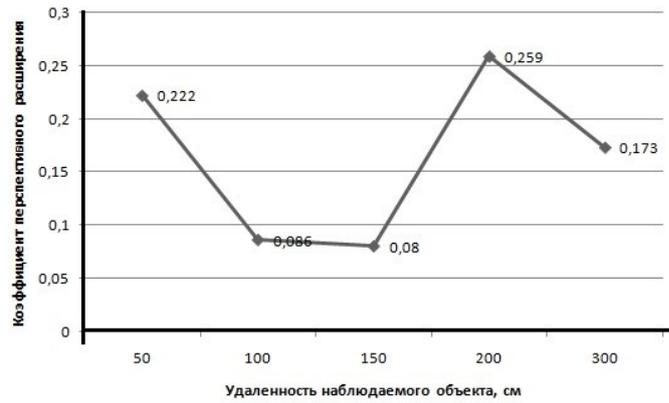


a



б

Рис. 88. Особенности перцептивного пространства испытуемой № 4:
a — ноябрь 2014 г.; *б* — май 2015 г.



a



б

Рис. 89. Особенности перцептивного пространства испытуемой № 5:
a — ноябрь 2014 г.; *б* — май 2015 г.



Рис. 90. Особенности перцептивного пространства испытуемой № 6 (ноябрь 2014 г.)

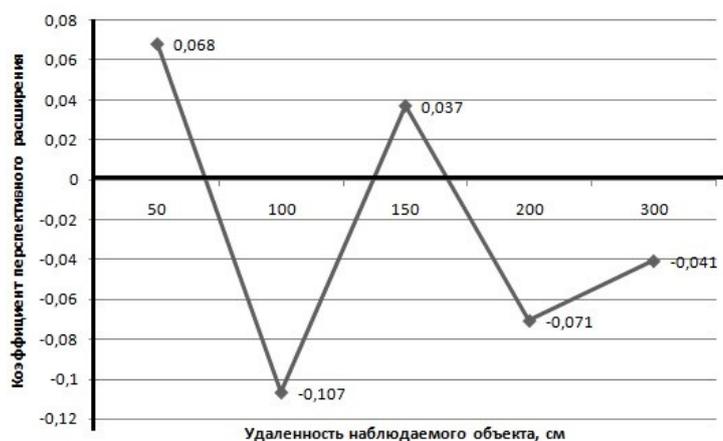


Рис. 91. Особенности перцептивного пространства испытуемой № 7 (ноябрь 2014 г.)

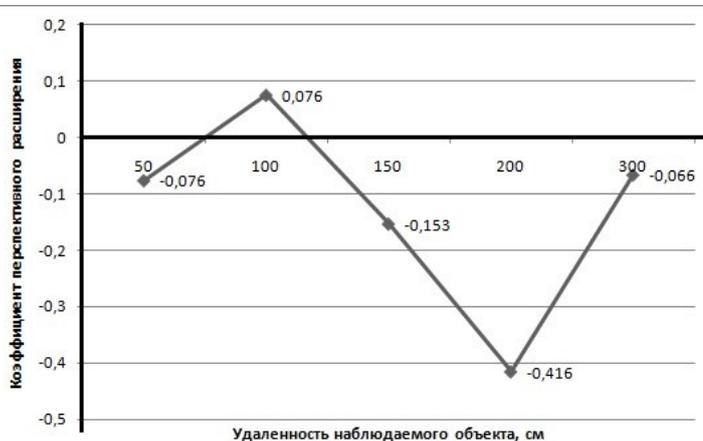


Рис. 92. Особенности перцептивного пространства испытуемой № 8 (ноябрь 2014 г.)

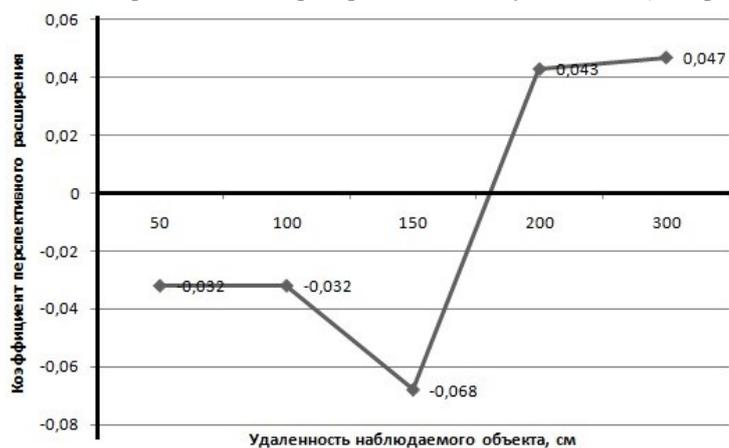


Рис. 93. Особенности перцептивного пространства испытуемой № 9 (ноябрь 2014 г.)

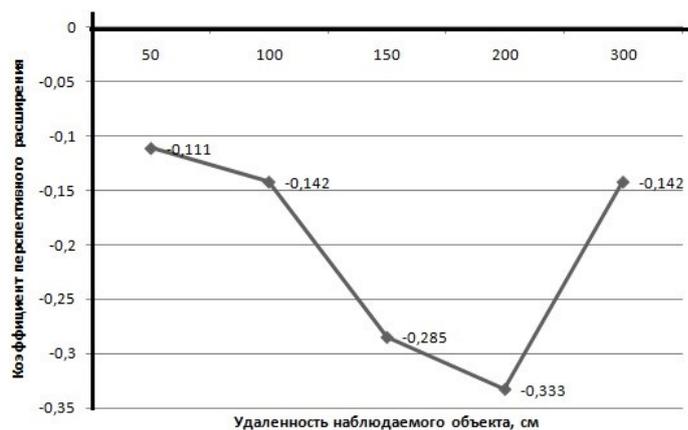
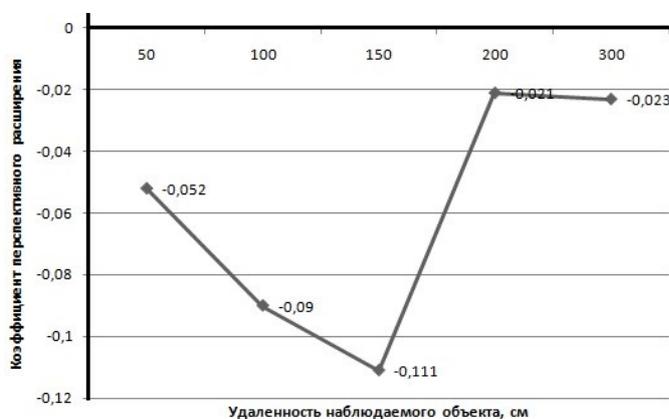
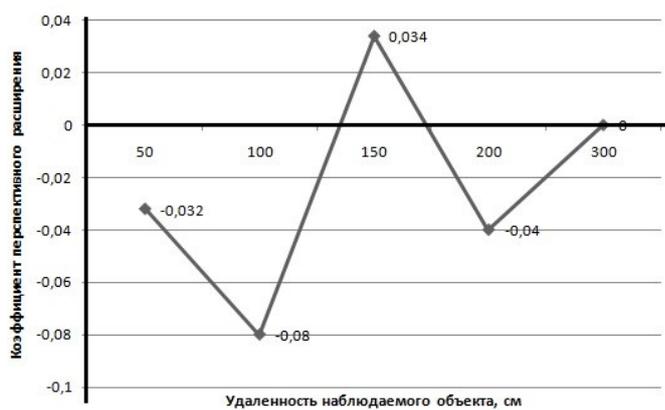


Рис. 94. Особенности перцептивного пространства испытуемой № 10 (ноябрь 2014 г.)



а

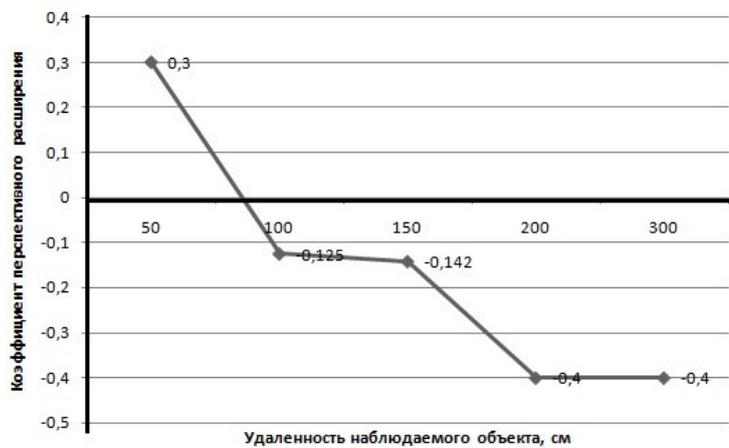


б

Рис. 95. Особенности перцептивного пространства испытуемой № 11:
а — ноябрь 2014 г.; *б* — май 2015 г.



а



б

Рис. 96. Особенности перцептивного пространства испытуемой № 12:
а — ноябрь 2014 г.; *б* — май 2015 г.



Рис. 97. Особенности перцептивного пространства испытуемой № 13 (ноябрь 2014 г.)

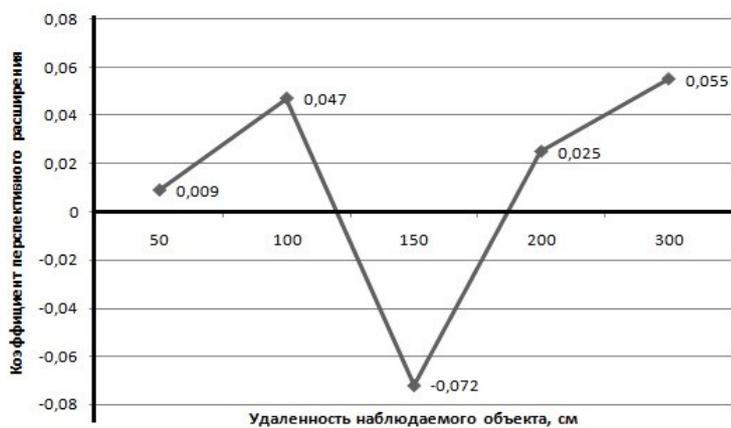
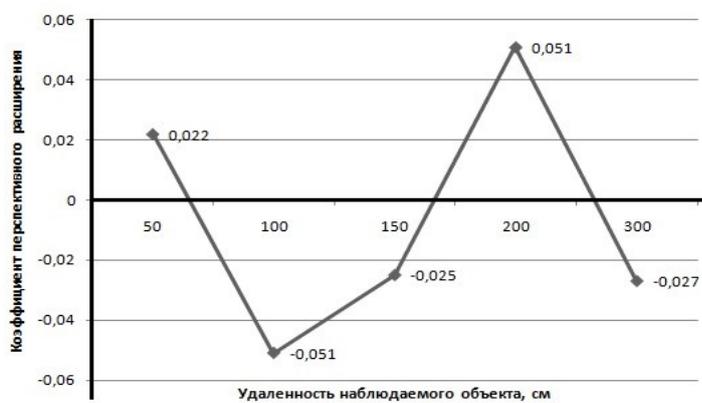
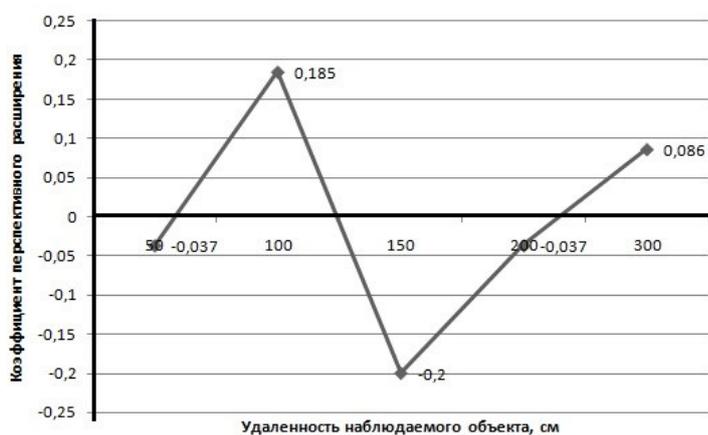


Рис. 98. Особенности перцептивного пространства испытуемой № 14 (ноябрь 2014 г.)



a



б

Рис. 99. Особенности перцептивного пространства испытуемой № 15:
a — ноябрь 2014 г.; *б* — май 2015 г.

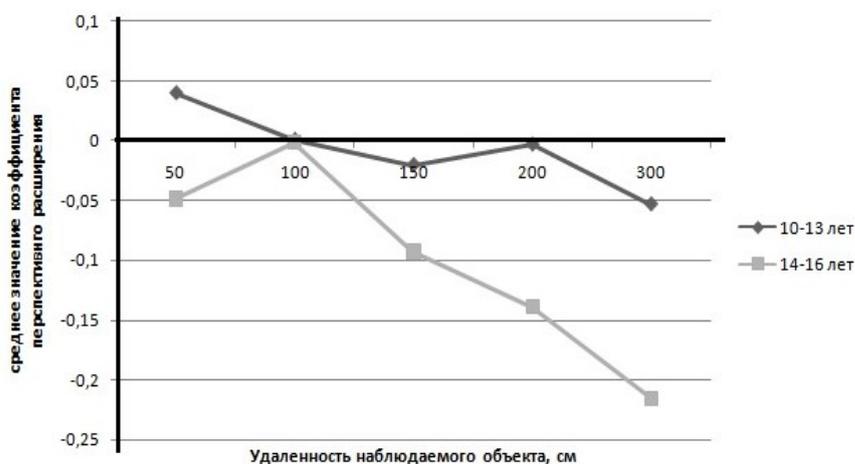


Рис.100. Зависимость величины коэффициента перспективного расширения от расстояния до изображаемого объекта у испытуемых возрастных групп 10–13 и 14–16 лет

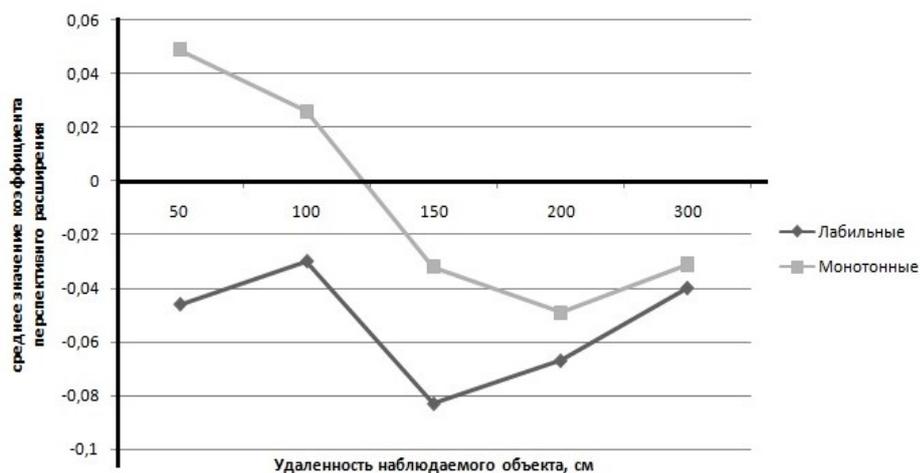


Рис. 101. Зависимость величины коэффициента перспективного расширения от расстояния до изображаемого объекта у эмоционально монотонных и эмоционально лабильных испытуемых

С опытом верховой езды у испытуемых происходят явные изменения пространственного восприятия на расстоянии 100–200 см от хорошо выраженной обратной к линейной перспективе (рис. 102). Существенно, что на большем расстоянии (начиная со 150 см у обучавшихся в течение 14 месяцев и с 200 см — у наиболее опытных испытуемых) восприятие в линейной перспективе значительно ослабевало, переходя в аксонометрическую в первом случае или приближаясь к ней — во втором.

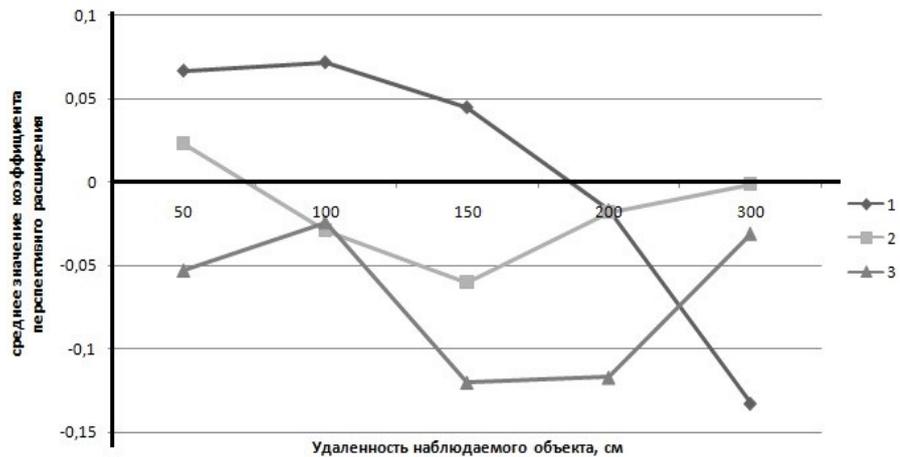


Рис. 102. Зависимость величины коэффициента перспективного расширения от расстояния до изображаемого объекта у испытуемых, занимавшихся верховой ездой в течение 2 (1), 14 (2) и 26 (3) месяцев

Сравнение результатов исследований перцептивного пространства испытуемых №№ 2, 4, 5, 11, 12 и 15, проведенных в ноябре 2014 года (а) и в мае 2015 (б) года свидетельствует о том, что во всех случаях, кроме № 12, в результате 6-месячных занятий верховой ездой наблюдалась в разной степени выраженная тенденция к изменению перспективы с прямой на близкую к аксонометрической (№№ 2, 4, 5, 11) на расстоянии более 200 см. В одном случае (№ 15) наблюдалась более сильно выраженная тенденция перехода к обратной перспективе. Учитывая результаты сравнения особенностей перцептивного пространства у групп испытуемых с различным опытом занятий верховой езды, полученные для №№ 2, 4, 5, 11 и 15 в ноябре 2014 года и в мае 2015 года, можно отметить в целом подтверждение предыдущего заключения об усилении восприятия пространства в обратной перспективе с увеличением расстояния до 300 см.

Мы установили, что геометрия перцептивного пространства здоровых подростков женского пола 10–16 лет существенно (1) изменяется с возрастом, в переходный период от 10–13 к 14–16 годам и (2) зависит от их эмоционального статуса (монотонности-лабильности). При этом возрастные различия были лучше выражены на более длинных (150 и более см), а эмоциональные — на коротких дистанциях. Это соответствует данным О. А. Гончарова, отмечавшего доминирование обратнопerspectiveвного восприятия пространства детьми в возрасте до 12 лет (Гончаров, 2009). В связи с этим можно предполагать, что более выраженное линейно-перспективное восприятие у эмоционально лабильных испытуемых обусловлено их более энергичным психофизическим развитием по сравнению с эмоционально-монотонными сверстниками.

Особый интерес представляют с этой точки зрения результаты оценки эффекта занятий верховой ездой по изменениям геометрии перцептивного пространства испытуемых. Явно выраженный рост значения прямой линейной перспективы в их пространственном восприятии по мере возрастания опыта

верховой езды при общем изменении формы зависимости величины Кпр от расстояния до наблюдаемого объекта — переход от его падения с положительных до отрицательных значений между 100 и 300 см в начале обучения и отсутствие положительных значений, но заметный рост на дистанциях больше 150 см вплоть до почти аксонометрического восприятия — может быть результатом влияния занятий как на эмоциональную сферу обучающихся, так и на возрастное состояние их психики.

Принимая во внимание фундаментальное значение возрастной изменчивости в адаптациях биологических систем с одной стороны и важность роли, которую играет эмоциональная сфера в социальной адаптации личности с другой, логично объяснить полученные результаты следующим образом. На первых этапах обучения верховой езде позитивные психологические эффекты могут быть обусловлены ростом эмоциональной лабильности обучающегося (чем, в частности, можно объяснить хорошо известное быстрое действие иппотерапии на пациентов с признаками аутизма). В дальнейшем, по мере развития общения с лошадью, происходит контролируемое более тонкими психофизическими механизмами снижение его биологического и социального возраста, благодаря чему к обучаемому в какой-то степени возвращается свойственное детям более непосредственное восприятие окружающего мира, в частности, третьего пространственного измерения в обратной перспективе, имеющей, по классическим представлениям, глубокий философский смысл (Раушенбах, 1980; Флоренский, 1999).

Способствуя развитию психологии пространственного восприятия в целом, обнаруженные зависимости могут послужить основой для дальнейшего исследования геометрии перцептивного пространства у подростков и, что особенно важно при современном росте востребованности методов экологической терапии, началом создания теоретических основ этого важного направления.

Таким образом, геометрические свойства перцептивного пространства здоровых девушек 10–16 лет существенно изменяются с возрастом, в переходный период от 10–13 к 14–16 годам, от преобладания обратной к преобладанию прямой перспективы для удаленных объектов. Геометрия перцептивного пространства зависит от эмоционального статуса (монотонности-лабильности) подростков, в первом случае коррелируя с преобладанием прямой, а во втором — обратной перспективы на близком расстоянии. Более выраженное линейно-перспективное восприятие у эмоционально лабильных испытуемых может быть обусловлено более энергичным психофизическим развитием по сравнению с их эмоционально-монотонными сверстниками. Занятия верховой ездой, обеспечивающие подвижность на всех уровнях зрительного восприятия, оказывают влияние как на эмоциональную сферу испытуемых, так и на возрастное состояние их психики, на ранних этапах занятий усиливая эмоциональную лабильность и восприятие пространства в прямой перспективе, а затем ослабляя его вплоть до аксонометрической.

6.3.3. Ландшафтная терапия

6.3.3.1. Подростки с психическими нарушениями

Первая группа испытуемых с психическими нарушениями относилась по умственному развитию к детскому дошкольному возрасту. Из 13 пациентов психоневрологического интерната наиболее показательны результаты у испытуемых под номерами 3, 4 и 10.

Как до, так и после прохождения курса ландшафтной терапии у всех трех обследованных пациентов доминировало восприятие в обратной перспективе, причем более всего — у десятого, а менее всего — у третьего. В первых двух случаях этот тип восприятия был максимальным и доходил до «развертки» изображения, в третьем — принципиально не изменял привычную форму куба. При этом во всех случаях форма изображения нелинейно изменялась с расстоянием: у десятого — за счет заметных колебаний его целостности, у четвертого и третьего — только размеров (табл. 6).

Таблица 6

Эффекты занятий по оригинальной программе ландшафтной терапии (Гонтарь и др., 2015) на испытуемых ПНИ (г. Петергоф)

| | | 50 | 100 | 150 | 200 | 300 |
|----|--|----|-----|-----|-----|-----|
| 10 | До проведения занятий по программе ЛТ | | | | | |
| | После проведения занятий по программе ЛТ | | | | | |
| 4 | До проведения занятий по программе ЛТ | | | | | |
| | После проведения занятий по программе ЛТ | | | | | |
| 3 | До проведения занятий по программе ЛТ | | | | | |
| | После проведения занятий по программе ЛТ | | | | | |

Наиболее заметное действие занятий по программе ландшафтной терапии (Гонтарь и др., 2015) оказали на пациента № 10, по заключению врачей, самого лабильного по характеру восприятия. В результате проведенного курса его разнообразная целостность восприятия практически стала равной и менее

высокой на всех дистанциях. Близкие, по сути, но менее заметные изменения были зарегистрированы у пациента № 4, а на пациента № 3 занятия не оказали явного воздействия, если не считать применения необычного для всех экспериментальных групп приема заштриховывать изображения всего ряда (50–300 см) после проведенного курса ландшафтной терапии.

Можно заключить, что использованный курс ландшафтной терапии в целом оказал стабилизирующее действие на пространственное восприятие пациентов, сгладив наиболее выраженные колебания его характера. Вместе с тем, необходимо отметить, что все исследованные пациенты относились к подростковой возрастной когорте, для которой восприятие в обратной перспективе чаще всего является доминирующим. Последующие, более детальные исследования с привлечением более широкого круга испытуемых дадут возможность получить статистически значимые данные об эффектах ландшафтной терапии у пациентов с более разнообразными формами зрительного восприятия пространства.

6.3.3.2. Взрослые мужчины с психическими нарушениями

Результаты исследования пациентов МОПБ представлены в табл. 7. Приведены результаты исследования только тех пациентов, которые прошли полный курс ландшафтной терапии (Гонтарь и др., 2015).

Таблица 7

Эффекты занятий по программе ландшафтной терапии с пациентами МОПБ

| Номер испытуемого | Расстояние до куба | Первое измерение | | | Второе измерение | | |
|-------------------|--------------------|------------------|---------------|--------|------------------|---------------|--------|
| | | Дальняя грань | Ближняя грань | k | Дальняя грань | Ближняя грань | Kпр |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 3 | 50 | 23 | 19 | 0,211 | 11 | 19 | -0,727 |
| | 100 | 19 | 11 | 0,727 | 13 | 8 | 0,625 |
| | 150 | 9 | 10 | -0,111 | 14 | 11 | 0,273 |
| | 200 | 10 | 10 | 0,000 | 16 | 17 | -0,063 |
| | 300 | 7 | 9 | -0,286 | 17 | 15 | 0,133 |
| 5 | 50 | 10 | 13 | -0,300 | 10 | 10 | 0,000 |
| | 100 | 11 | 12 | -0,091 | 8 | 7 | 0,143 |
| | 150 | 10 | 10 | 0,000 | 9 | 7 | 0,286 |
| | 200 | 6 | 8 | -0,333 | 7 | 7 | 0,000 |
| | 300 | 8 | 13 | -0,625 | 8 | 8 | 0,000 |
| 6 | 50 | 19 | 21 | -0,105 | 25 | 27 | -0,080 |
| | 100 | 15 | 15 | 0,000 | 21 | 29 | -0,381 |
| | 150 | 14 | 15 | -0,071 | 21 | 23 | -0,095 |
| | 200 | 11 | 12 | -0,091 | 19 | 21 | -0,105 |

Продолжение табл. 7

| | | | | | | | |
|----|-----|----|----|--------|----|----|--------|
| 1 | | | | | | | |
| | 300 | 9 | 10 | -0,111 | 14 | 16 | -0,143 |
| 7 | 50 | 59 | 54 | 0,093 | 22 | 25 | -0,136 |
| | 100 | 41 | 33 | 0,242 | 19 | 21 | -0,105 |
| | 150 | 18 | 21 | -0,167 | 20 | 25 | -0,250 |
| | 200 | 20 | 21 | -0,050 | 12 | 19 | -0,583 |
| | 300 | 14 | 9 | 0,556 | 7 | 8 | -0,143 |
| 8 | 50 | 89 | 69 | 0,290 | 79 | 80 | -0,013 |
| | 100 | 49 | 63 | -0,286 | 60 | 43 | 0,395 |
| | 150 | 43 | 37 | 0,162 | 46 | 41 | 0,122 |
| | 200 | 26 | 31 | -0,192 | 41 | 42 | -0,024 |
| | 300 | 23 | 26 | -0,130 | 20 | 26 | -0,300 |
| 9 | 50 | 42 | 41 | 0,024 | 41 | 40 | 0,025 |
| | 100 | 32 | 25 | 0,280 | 36 | 29 | 0,241 |
| | 150 | 31 | 22 | 0,409 | 26 | 22 | 0,182 |
| | 200 | 23 | 22 | 0,045 | 20 | 19 | 0,053 |
| | 300 | 23 | 19 | 0,211 | 18 | 14 | 0,286 |
| 10 | 50 | 16 | 19 | -0,188 | 19 | 15 | 0,267 |
| | 100 | 7 | 8 | -0,143 | 26 | 21 | 0,238 |
| | 150 | 7 | 8 | -0,143 | 15 | 13 | 0,154 |
| | 200 | 8 | 8 | 0,000 | 11 | 11 | 0,000 |
| | 300 | 9 | 9 | 0,000 | 11 | 11 | 0,000 |
| 11 | 50 | 36 | 33 | 0,091 | 20 | 22 | -0,100 |
| | 100 | 27 | 26 | 0,038 | 32 | 36 | -0,125 |
| | 150 | 12 | 19 | -0,583 | 21 | 28 | -0,333 |
| | 200 | 18 | 22 | -0,222 | 33 | 34 | -0,030 |
| | 300 | 21 | 35 | -0,667 | 40 | 44 | -0,100 |
| 12 | 50 | 31 | 28 | 0,107 | 39 | 41 | -0,051 |
| | 100 | 35 | 30 | 0,167 | 55 | 40 | 0,375 |
| | 150 | 46 | 35 | 0,314 | 50 | 52 | -0,040 |
| | 200 | 39 | 36 | 0,083 | 47 | 49 | -0,043 |
| | 300 | 79 | 59 | 0,339 | 39 | 41 | -0,051 |
| 13 | 50 | 57 | 57 | 0,000 | 35 | 41 | -0,171 |
| | 100 | 55 | 56 | -0,018 | 33 | 34 | -0,030 |
| | 150 | 53 | 47 | 0,128 | 70 | 60 | 0,143 |
| | 200 | 62 | 61 | 0,016 | 69 | 98 | -0,420 |

Окончание табл. 7

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|----|-----|----|----|--------|-----|-----|--------|
| | 300 | 58 | 57 | 0,018 | 108 | 139 | -0,287 |
| 14 | 50 | 46 | 0 | 1,000 | 64 | 99 | -0,547 |
| | 100 | 38 | 40 | -0,053 | 60 | 71 | -0,183 |
| | 150 | 40 | 38 | 0,053 | 66 | 64 | 0,031 |
| | 200 | 35 | 40 | -0,143 | 31 | 35 | -0,129 |
| | 300 | 38 | 30 | 0,267 | 29 | 32 | -0,103 |
| 15 | 50 | 19 | 24 | -0,263 | 32 | 32 | 0,000 |
| | 100 | 29 | 29 | 0,000 | 37 | 44 | -0,189 |
| | 150 | 26 | 23 | 0,130 | 39 | 36 | 0,083 |
| | 200 | 23 | 16 | 0,438 | 33 | 37 | -0,121 |
| | 300 | 30 | 31 | -0,033 | 14 | 17 | -0,214 |
| 16 | 50 | 26 | 36 | -0,385 | 12 | 13 | -0,083 |
| | 100 | 35 | 39 | -0,114 | 9 | 7 | 0,286 |
| | 150 | 42 | 52 | -0,238 | 3 | 5 | -0,667 |
| | 200 | 49 | 53 | -0,082 | 4 | 7 | -0,750 |
| | 300 | 51 | 66 | -0,294 | 3 | 5 | -0,667 |

Психически здоровые испытуемые (контроль). Полученные данные свидетельствуют о том, что в перцептивном пространстве испытуемых контрольной группы (без нарушений психики) отсутствовали признаки обратной перспективы, хотя, начиная с расстояния 50 см, выраженность прямой перспективы уменьшалась: до 100-сантиметровой дистанции, после чего наблюдалось либо ее усиление, либо дальнейшее уменьшение до 200 см, либо, начиная со 100 см, величина Кпр становилась равной нулю, то есть с этого расстояния испытуемый видел объект в аксонометрической перспективе.

Интеллектуально сохранные, эмоционально неустойчивые (№№ 3, 5, 8, 10). За одним исключением, у всех испытуемых данной группы наблюдались в большей или меньшей степени выраженные пики Кпр, свидетельствовавшие об усилении обратнопerspectiveвного восприятия вплоть до хорошо выраженной обратной перспективы перцептивного пространства на дистанциях 100, 150 или 200 см. При этом в различных сериях опытов, проводившихся в разное время, наблюдались один или два пика, и, кроме того, в одном из случаев локальный максимум Кпр был зарегистрирован на дистанции 50 см. Только один пациент из этой группы испытуемых, с признаками параноидального мышления, продемонстрировал в двух различных по времени проведения опытах два противоположно-симметричных эффекта: в первом случае от дистанции 50 до дистанции 200 см Кпр почти плавно увеличился от -0,19 до 0 и не изменился до 300 см; во втором — симметрично уменьшился от 50 до 200 см с +0,27 до 0, после чего не изменялся.

Существенно, что в целом у представителей этой группы устойчивость зависимости величины Кпр во времени (в течение 10–15 дней периода проведения экспериментов) от расстояния до наблюдаемого объекта была невысокой.

У большинства за время проведения экспериментов происходило периодическое чередование кривых с одним и двумя локальными максимумами (на 100/150 и на 200 см). Переходными формами в этом случае, видимо, следует считать кривые с локальными максимумами в начале (50 см) и конце (300 см) исследуемой шкалы.

Во всех исследованных случаях у каждого из пациентов данной группы области положительных и отрицательных Кпр занимали приблизительно равные площади.

Интеллектуально сохранные, эмоционально монотонные (№№ 6, 7, 9, 16). Полученные данные свидетельствуют о том, что в подавляющем большинстве случаев у эмоционально монотонных пациентов доминирует один локальный максимум при удалении объекта наблюдения на 100–150 см. Признаки двух максимумов появлялись в отдельных опытах в конце и в одном случае — в начале шкалы. Кроме того, два явно выраженных локальных максимума были обнаружены у пациента, отличавшегося от остальных повышенной сохранностью интеллекта. В целом, в отличие от эмоционально неустойчивых, эмоционально монотонные пациенты характеризовались более выраженной константностью зависимости Кпр от расстояния до наблюдаемого объекта.

Характерным для представителей данной группы испытуемых было также явное доминирование области отрицательных значений Кпр в каждом отдельном случае. Единственное исключение здесь составил только испытуемый № 9, у которого доминировала область положительных значений: он отличался от других членов группы выраженными структурными изменениями мышления по шизофреническому типу.

Интеллектуально дефектные (№№ 4, 11–15). Как и в других исследованных группах, в перцептивном пространстве испытуемых с различной степенью умственной отсталости наблюдались аналогичные, периодически чередующиеся локальные максимумы. При этом у пациентов с приблизительно равной степенью умственной отсталости и одинаковым эмоциональным статусом (№№ 11–13) отсутствовало единообразие во временной смене формы кривых Кпр.

Принципиально иная картина наблюдалась у испытуемого № 14, глубокая умственная отсталость которого сочеталась с тяжелым психопатическим расстройством, а также у испытуемого со средней выраженностью нарушений интеллекта и с небольшой умственной отсталостью в сочетании с эмоциональной лабильностью и экстравертностью. В первом случае сильная обратная перспектива на расстоянии 50 см при большем удалении сменялась практически аксонометрической на протяжении всей остальной дистанции, во втором — наблюдалось только два локальных максимума при 100 и 150 см, а в третьем — основные пики кривых были смещены по отношению к предыдущим опытам вправо на 50–100 см.

Полученные данные не дают основания говорить о доминировании того или иного типа перспективы в перцептивных пространствах представителей этой группы испытуемых.

Таким образом, в результате тестирования мы установили, что перцептивные пространства лиц с психическими нарушениями разной этиологии и условно здоровых лиц имеют существенные геометрические различия. Согласно представлениям Б. В. Раушенбаха (1980) и О. А. Гончарова (1998, 2009),

среднестатистически нормальный человек воспринимает окружающие его предметы в двух перспективах: в обратной — на близком расстоянии и в прямой — на определенном удалении. Результаты исследования контрольной группы испытуемых в настоящей работе не только подтверждают эти представления, но и дают основание перейти от представлений о дискретной геометрии перцептивного пространства к ее более широкому, континуальному, пониманию. С этих позиций существенными для его характеристики являются не абсолютные величины коэффициента удаленности, а их градиенты, приведенные к размерностям физического пространства.

6.3.3.3. Психически здоровые мужчины и женщины

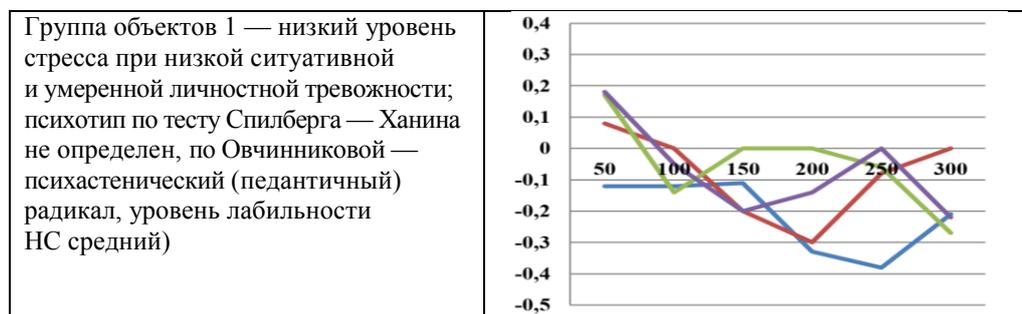
По распространенному мнению, собственно психические расстройства далеко не во всех случаях формируют принципиально новые качества психики, но на ранних этапах своего развития скорее количественно изменяют ее базовые свойства. В особенности это характерно для широкого спектра психосоматических заболеваний, совмещающих в своих симптомах признаки телесных и психических нарушений. В связи с этим представляло интерес оценить различия по зрительному восприятию пространства пациентов, диаметрально противоположных по особенностям темперамента. Результаты исследования представлены в табл. 8.

Результаты проведенных экспериментов свидетельствуют о том, что после 5–10 сеансов АЛТ в зависимости от психотипа пациента за счет нивелирования неуравновешенности нервных процессов с преобладанием силы процесса возбуждения (за исключением меланхоликов с высоким базовым уровнем тревожности) возрастает прочность хранения информации (рис. 103), увеличивается концентрация внимания (рис. 104), увеличивается объем кратковременной зрительной памяти и точности (рис. 105).

В двух последних случаях исключение составил психастенический (педантичный) радикал со средним уровнем лабильности НС и низким уровнем стресса.

Таблица 8

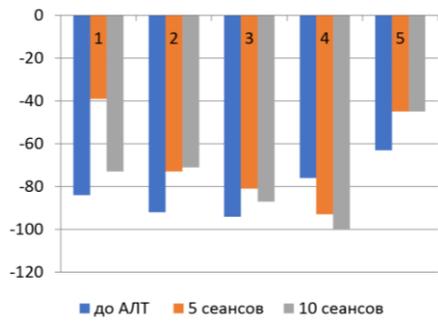
Эффекты занятий по программе ландшафтной терапии с психически здоровыми испытуемыми





— До АЛТ — 1 сеанс — 5 сеанс — 10 сеанс

Примечание. По оси Y — коэффициент перспективного расширения; по оси X — расстояние от испытуемого до объекта, см.



По оси X — группы испытуемых

Рис. 103. Баланс процесса возбуждения/торможения, %

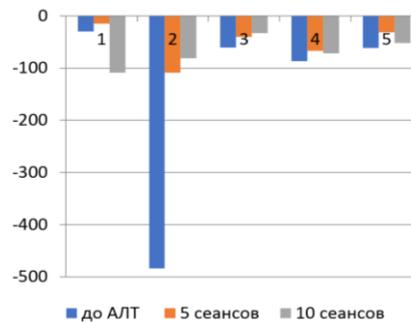
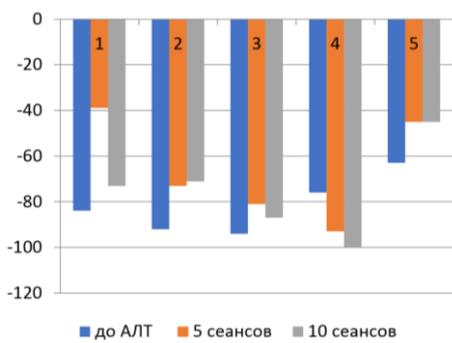
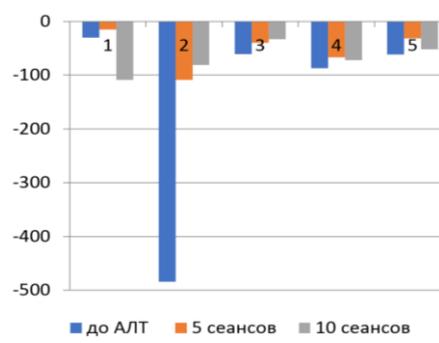


Рис. 104. Среднее время реакции (РДО), мс



а



б

Рис. 105. Объем памяти, %:
а — память на числа; *б* — память на образы.
 По оси X — группы объектов

Глава 7. ЦЕЛОСТНОСТЬ И ПСИХОСОМАТИЧЕСКИЕ АДАПТАЦИИ ЧЕЛОВЕКА НА СЕВЕРЕ

7.1. Представления о психосоматических расстройствах как основа целостного понимания адаптаций человеческого организма

При рассмотрении вопросов целостности человеческого организма в экстремальных северных условиях, принимая во внимание многоуровневый характер активности методов ландшафтной терапии, мы ограничиваемся только областью психосоматических отношений, охватывающих как патологические, так и адаптивные реакции.

Представления, лежащие в основе этого весьма важного направления медицинской науки, до сих пор с большим трудом приобретают популярность, о чем свидетельствует отсутствие у них самостоятельного класса в номенклатуре Международной классификации болезней (МКБ) разных пересмотров, вплоть до последнего (11-го) включительно. Вместе с тем, переходный характер этих нарушений — участие в двух (соматической и психической) системах — зачастую создает значительные диагностические и терапевтические трудности. Как и любая другая классификация структур и функций природных объектов, существующие МКБ не способны, в полном соответствии с логикой Иммануила Канта, преодолеть его второй антиномический барьер: *«каждая сложная субстанция состоит из простых частей — не существует ничего простого»* (Кант, 1964). Вследствие этого в медицинской практике мы способны лишь ассимптотически приближаться к соединению структурно-функциональных оппозиций разных иерархических уровней организма человека. Иллюстрацией этого является регулярно предпринимаемый ВОЗ пересмотр МКБ. Тем не менее понимание этого позволит избежать многих диагностических ошибок.

Наблюдающаяся в последнее время явная тенденция к формированию единых представлений о соматоформных, или психосоматических, расстройствах подтверждает эту мысль. Относительно недавно двумя известными психологами — А. Н. Алехиным и А. В. Курпатовым — было высказано мнение, подчеркивающее неразрывность связи между психикой и сомой, которое, вполне вероятно, со временем сможет ознаменовать начало нового подхода к изучению этой проблемы (Курпатов, Алехин, 2006; Алехин, Курпатов, 2019). Отвечая на вопрос: *«Почему при очевидности взаимодействия сомы и психики в развитии того или иного заболевания обеспечить мало-мальски внятное обоснование этой позиции не представляется возможным?»* — эти авторы утверждают, что ответ на него *«кроется в представлении о психосоматическом континууме как о некоем **однонаправленном векторе**, что, конечно, является **серьезным заблуждением**. Фактически психосоматический континуум формируется не одним, а **двумя векторами**, которые условно могут быть названы — психосоматическим и соматопсихическим»* (выделено нами. — В. Ж., О. Г., В. М.). *«Данная симметрия послужила основанием для разделения во всем многообразном пространстве психосоматики психических расстройств*

с соматическими проявлениями и соматических заболеваний с психической обусловленностью и клиникой» (Курпатов, Алехин, 2006).

Представления о системном принципе организации человеческого естества традиционно существуют в различных культурах с глубокой древности.

Самые общие системные представления в медицине были распространены уже в IV–III веках до нашей эры в Китае, Индии, Греции и Египте. Медицина Древнего мира располагала элементарными сведениями по нейроморфологии, были дифференцированы понятия «головной мозг» и «спинной мозг», выявлены связи нервов с мозгом, проведено описание оболочек мозга.

Многоуровневая организация нервной, кровеносной и лимфатической систем человеческого организма уже более двухсот лет не вызывает сомнений в медицинской науке, поскольку эти структуры пронизывают все его иерархические этажи — от микроскопических клеток до макроскопических тканей и их агрегатов — органов, которые в некоторых случаях вместе с подводящими и отводящими каналами сами выполняют функцию интеграции разных структурно-функциональных уровней организации, систем⁵⁴. С этой точки зрения устанавливаемые ими связи соответствуют ранее введенному нами понятию «шунтирующих», или «вертикальных», связей (см. раздел 1.3) между подсистемами.

Накопленные к настоящему времени факты дают основание думать, что в суровых условиях Арктики шунтирующие связи могут играть роль важного адаптационного фактора не только у высших сосудистых растений, но и у человека. Последнее является основанием для более детального изучения других составляющих ландшафтной терапии, которые обсуждались в разделе 1.3, — зрительного восприятия пространства и психосоматических взаимодействий организма человека.

В главах 2 и 3 этой работы мы подтвердили реальное существование единого принципа адаптивной варибельности систем различных иерархических уровней организации: у **растений** — от молекулярного до фитоценотического и ландшафтного, применительно к **организму человека** — от молекулярного до систем зрительного восприятия. На следующем этапе представляло интерес рассмотреть в том же контексте психосоматические нарушения, структуры которых, согласно рабочей гипотезе данной работы, играют важную роль в ландшафтной терапии, транслируя информацию, полученную зрительным путем.

Поскольку основные закономерности взаимодействия различных физиологических процессов наиболее отчетливо проявляются при их повреждении и подробнее всего изучены в пограничных состояниях, изучение психосоматических расстройств, формально занимающих промежуточное положение между психическими и соматическими нозологиями, представляется особенно важным.

⁵⁴ Например, селезенки, тимуса, миндалин, крупных лимфатических протоков. В настоящей работе мы ограничиваемся упоминанием в качестве трансуровневых только этих систем человеческого организма, по сравнению с другими (в частности, кожными покровами), структурно более локализованными и обособленными. Мы не обсуждаем здесь систему «кенрак» и «бонхановы» тельца (см. сноску 11), существование которой у человека до сих пор не доказано.

В силу своего межуровневого характера, шунтирующие связи в данном контексте приобретают особое значение⁵⁵.

7.2. Действующая в России классификация МКБ-10

В настоящее время в России применяется Международная статистическая классификация болезней и проблем, связанных со здоровьем (МКБ), десятого пересмотра, официально принятая 43-й Всемирной ассамблеей здравоохранения с изменениями и дополнениями Всемирной организации здравоохранения 1990–2024 гг., которая была принята Минздравом РФ в 1997 году.

Решение о приостановлении реализации плана мероприятий по переходу на МКБ-11 принято в связи с большим количеством обращений граждан, общественных организаций, а также сенаторов РФ и депутатов Госдумы Федерального собрания РФ в части возможного противоречия МКБ-11 традиционным моральным и духовно-нравственным ценностям, защита которых предусмотрена законодательством РФ.

Международная классификация болезней 10-го пересмотра (МКБ-10):

V Психические расстройства и расстройства поведения (F00-F99);

VI Болезни нервной системы (G00-G99).

К настоящему времени МКБ-10 не обновлялась более 30 лет. Ее последняя (11-я) версия включала почти в 4 раза больше кодов по сравнению с предыдущей, в которой были упрощены структура и темы кодирования: введены анатомические термины, названия химических соединений и лекарственных препаратов.

Основные изменения были связаны с терминологией нарушений психики, так как в современной медицине из-за политических соображений в настоящее время существенно изменяются представления о многих заболеваниях и состояниях. Так, **«трансгендерность»** в МКБ-11 перенесли из блока «Расстройства личности и поведения в зрелом возрасте» в новый раздел «Состояния, относящиеся к сексуальному здоровью». **«Педофилию»** в обновленном классификаторе определяют как **«педофильное расстройство»**. Кроме того, ВОЗ предлагает ставить такой диагноз только при попытке человека на практике реализовать свои фантазии или при ощущении им дискомфорта. В одну разнообразную группу аутических нарушений объединили **расстройства аутистического спектра**. Появились новые диагнозы: **«игровая зависимость»**, **«синдром дефицита внимания и гиперактивности»**, **«дисморфическое расстройство»**, **«расстройство накопительства»** и ряд других, но был исключен **транссексуализм** как диагноз, который заменили на **«гендерное несоответствие»**, по МКБ-11, не рассматриваемое в качестве психического нарушения, а просто определенное как состояние, связанное с сексуальным здоровьем. Кроме того, из МКБ-11 было исключено понятие **«гермафродитизм»**.

⁵⁵ Обращает на себя внимание неоднозначность физиологического смысла прямой межуровневой связи, соединяющей эти иерархические макроуровни человеческого организма, которая, в зависимости от условий внешней и внутренней сред, может играть как адаптивную, так и повреждающую роль. По-видимому, это является иллюстрацией факта антиномичности, свойственной всем биологическим системам.

При этом несложно заметить, что и в действующей сейчас в РФ классификации заболеваний МКБ-10 (как и в последующей, не принятой у нас МКБ-11) наблюдается неравнозначность системных характеристик и масштабов отдельных классов нозологий, поскольку большинство из них посвящено заболеваниям конкретных органов и систем и лишь немногие, в том числе V «**Психические расстройства и расстройства поведения (F00-F99)**» и VI «**Болезни нервной системы (G00-G99)**» классов, охватывают разные уровни организации всего организма и, следовательно, более других отвечают понятию «системных» нозологий.

Поскольку в обсуждаемой здесь проблеме системного воздействия определенных зрительных образов на разнообразные нарушения сомы и психики важные роли играют оба — и психический, и соматический — макроуровни человеческого естества, целесообразно рассмотреть возможности классификации их совместных нарушений, взяв за основу предложенные для растений схемы (см. рис. 67). С этой точки зрения для настоящей работы наибольший интерес представляют нозологии V и Y классов.

7.3. Психические расстройства и расстройства поведения (F00-F99, МКБ-10)

Поскольку уже пять лет назад не менее 8 % населения нашей планеты страдало различными расстройствами психики, часто сопряженными с дистрессом и существенными функциональными нарушениями, с рисками самоубийства или причинения вреда своему здоровью, внимание врачей к этим нозологиям в последние годы значительно усилилось. Во многом этому также способствовала современная, насыщенная вооруженными конфликтами международная обстановка, а также пандемия COVID-19.

Согласно МКБ-10, обсуждаемые здесь и далее психические расстройства классифицируются следующим образом.

F00-F09 Органические, включая симптоматические, психические расстройства.

F20-F29 Шизофрения, шизотипические и бредовые расстройства.

F30-F39 Расстройства настроения [аффективные расстройства].

F40-F48 Невротические, связанные со стрессом и соматоформные расстройства.

F50-F59 Поведенческие синдромы, связанные с физиологическими нарушениями и физическими факторами.

F60-F69 Расстройства личности и поведения в зрелом возрасте.

F80-F89 Расстройства психологического развития.

F90-F98 Эмоциональные расстройства и расстройства поведения, начинающиеся обычно в детском и подростковом возрасте.

Вместе с тем, по мнению известного психиатра профессора В. С. Собенникова, *«...современные классификационные системы (МКБ-10, DSM-IV), являясь **атеоретическими по своей сути**, оставляют без внимания многие принципиальные вопросы этиологии, патогенеза, синдромокинеза, динамики, прогноза и, следовательно, традиционной нозографии пограничных психопатологических расстройств, с преобладанием соматоформных симптомов»* (выделено нами. — В. Ж., О. Г., В. М.) (Собенников, 2014).

В связи с этим необходимо подчеркнуть, что именно в последние годы в сложных условиях современной международной обстановки значительно усилилось политическое значение медицинской науки, в особенности ее психиатрической и психологической составляющих.

В частности, весьма важным для этой области представляется сведение известного разнообразия психических расстройств и расстройств поведения — тревожных состояний, депрессий, биполярных расстройств, посттравматических стрессовых расстройств (ПТСР) и эпилепсии, шизофрении различных видов, расстройств пищевого поведения, нарушений развития центральной нервной системы и проч. — к единой классификационной схеме, не только симптоматически, но и генетически связывающей представленные на ней нозологические единицы. Необходимо отметить, что пограничные — лежащие между чисто психическими и чисто соматическими — психосоматические, или соматоформные психические, расстройства⁵⁶ далеко не сразу нашли свое место в системе медицинских представлений и до сих пор только опосредованно и весьма осторожно упоминаются в пока что не принятой РФ МКБ 11-го пересмотра после «невротических и связанных со стрессом» расстройств (F40-F48 по российской номенклатуре).

Причинами этого, по-видимому, послужили следующие обстоятельства: во-первых, торжество холистической методологии, завоевавшей ключевые позиции в европейских естественных науках уже с эпохи Возрождения, фактически не оставило места клиницизму в психологии и психиатрии, надолго обусловив невозможность объективно оценить глубину эмоций пациента в этих областях; во-вторых, приблизительно с начала XVIII века психиатрический диагноз в европейских странах, отчасти в нашей стране, означал по меньшей мере антисоциальное клеймо на репутации пациента, отрицательно влияющее на всю его последующую карьеру, а также, в зависимости от культурных и политических традиций конкретного государства, способное привести его к значительно более тяжелым социальным последствиям⁵⁷.

⁵⁶ Следует отметить, что проблема соматоформных расстройств интересовала врачей еще в XVIII веке, что следует из замечания британского врача Джона Ферриара (1795): *«Лихорадки часто заканчиваются истерическими расстройствами, особенно у женщин. Мужчины тоже иногда бывают истерически склонными, особенно — после выздоровления от тифа... В истерической конверсии... тело обладает способностью представлять наиболее опасные расстройства, не подвергая себя опасности; или симулируя величайшее расстройство в системе кровообращения, не изменяя существенно ее движения; вызывать безумие, осознавая его экстравагантность, и усиливать остроту ощущений путем угнетения общих чувств... Природа, как бы в насмешку над попытками разоблачить ее, сумела в этом классе болезней примирить противоречия и проявить таинственно невероятную универсальность, которая вдохновляет истинного философа, и доводит систематика до отчаяния»* (выделено нами. — В. Ж., О. Г., В. М.).

⁵⁷ Однако не нужно далеко ходить за примерами: не более 60–70 лет назад религиозные клиники, где, как известно, сроки лечения (в отличие от тюремного заключения по приговору суда) в принципе ограничены во времени только продолжительностью жизни больного. В частности, незадолго до конца своего правления Н. С. Хрущев открыто высказал мысль о том, что *«не любить социализм могут только сумасшедшие»*. Практическая реализация этой идеи не заставила себя долго ждать, и важную роль в последующем развитии событий сыграла теория малопродуктивной

В частности, это относится и к одному из их наиболее ярких проявлений, подпадающему под определение принятого только в нашей стране «хронического болевого синдрома» (ХБС) — заболевания, которое характеризуется стойким, плохо поддающимся терапии болевым синдромом, длящимся более полугода. Чаще всего такой синдром возникает в результате соматического заболевания или в результате различных травм. При этом в формировании ХБС, очевидно, принимают участие структуры обоих, соматического и психического, макроуровней человеческого организма.

Представленная в нашей работе схема не противоречит фундаментальной модели В. С. Собенникова (2014), так как посвящена другому вопросу — существованию общего для растений и человека принципа адаптивных трансформаций разноуровневых структур. Несмотря на это, здесь и далее мы используем его терминологию, которая, по нашему мнению, вполне соответствует задачам данной работы.

Модель В. С. Собенникова включает в себя представления академика А. Б. Смулевича (2016) о существовании четырех патогенетических типов соматизации: аффективной, невротической, идеаторной и коэнестезиопатии, которые создают известное сейчас нозологическое разнообразие психических и психосоматических расстройств. По нашему мнению, их взаимоотношения отвечают уже знакомому нам принципу, формализованному схемами (см. рис. 69, 71, 82, 84), иллюстрирующими его общий смысл на примерах сочетания двух бинарных оппозиций: свободнорадикального окисления — синтеза ненасыщенных молекул мембран⁵⁸ у всех клеточных форм жизни, морфоанатомических адаптаций у растений, зрительного восприятия человека⁵⁹ и даже архитектурных особенностей традиционных китайских садов, использовавшихся в том числе и в терапевтических целях.

Тот же принцип можно применить для систематизации психосоматических расстройств на основе представлений В. С. Собенникова (2014) и А. Б. Смулевича (2015).

На рисунке 106 представлена проекция наших взглядов о взаимоотношениях адаптивных реакций различных биосистем на представления этих авторов о разнообразии психосоматических нарушений человека.

(вялотекущей) шизофрении, не признанная ВОЗ, но зато нашедшая применение в качестве научной основы психиатрических методов борьбы с инакомыслием. Маловероятно, чтобы создатель этой теории, крупный ученый и фронтовик, руководствовался только идейными соображениями и партийной дисциплиной. Хочется думать, что использование его учения в политических целях лежит на совести руководителей того времени (Подрабинек, 1980). Впрочем, аналогичным опытом располагали также их американские коллеги (об этом см.: Кизи, 2009), не говоря уже о германских 1930–1940 гг.

⁵⁸ В фундаментальном биологическом смысле которых практически никто не сомневается уже с 80-х гг. прошлого столетия (Halliwell, 1979).

⁵⁹ Пока мы не располагаем достаточным количеством фактических данных, подтверждающих или опровергающих возможность применения разработанной нами схемы (см. рис. 69, 71, 82) для соматических адаптаций высших животных либо чисто соматических адаптаций человека, ее следует считать только гипотетической.



Рис. 106. Схема варибельности соматоформных расстройств в контексте соотношения понятий целостности-кластеризации и расширения-сужения (в соответствии с нашей интерпретацией представлений В. С. Собенникова (2014) и А. Б. Смулевича (2016))

Данная схема взаимоотношений различных соматоформных расстройств позволяет, как и в предыдущих случаях, подойти к ее объяснению с позиций общей целостности живых систем.

Диагностически аффективные расстройства отличаются от **невротических** прежде всего взрывным характером высокоинтенсивных маниакальных или депрессивных сенсаций, а также фрагментарностью и неполнотой восприятия ситуации и окружающей действительности в отдельные периоды, по завершении которых обычно наступает состояние астении — физического и психического истощения. Можно предполагать, что благодаря сенсациям, требующим значительных энергетических затрат, у пациента между двумя эмоциональными взрывами сохраняется относительная стабильность психики (Сафуанов, Макушкин, 2013), а в случаях их недостаточной эффективности не исключена трансформация аффективного расстройства этого типа в **коэстетическую шизофрению**, по многим признакам отвечающую состоянию **распада** или **кластеризации** личности, расположенным в нижних полях оси *ординат* данной схемы. В качестве самостоятельной нозологической единицы **коэстетическая шизофрения** была выделена G. Huber (1957) и в ряде случаев диагностировалась в связи с эффектами **деперсонализации**, или «утраты чувства собственного тела»⁶⁰.

В соответствии с общими принципами, положенными в основу ранее приведенных нами схем, ось *абсцисс* представляет бинарную оппозицию **невротической** — **идеаторной** соматизаций, которые характеризуются противоположными направлениями изменений соответствующих симптомов: в сторону жалоб чисто материального (на разнообразные телесные недомогания, не имеющие органической основы) или жалоб чисто психического (на собственные мысли, соображения, навязчивые идеи) происхождения.

Расположение специфических особенностей психосоматических расстройств пациента в пределах конкретного отрезка оси абсцисс характеризует его состояние с точки зрения баланса возрастания: экстравертности (вправо от нулевой точки) или интровертности (влево от нее). Изменчивость по оси ординат характеризует другую бинарную составляющую этой схемы: между полюсами высокой личностной целостности и, соответственно, высокими энергетическими затратами (вверх от нулевой точки) или, то есть ее низкого уровня (вниз от нулевой точки), с возможностью последующего распада личности.

⁶⁰ Цитировано по В. С. Собенникову (2014).

По мнению В. С. Собенникова (2014), «...нередко субъективное переживание патологических ощущений сочетается с элементами внутренней измененности — **деперсонализацией**, которая может проявляться в виде диффузного фона, на котором реализуются необычные ощущения, либо определяет окраску сенестопатий, придавая им психосенсоральный оттенок. Элементы **деперсонализации** могут распространяться не только на соматопсихическую, но и аутопсихическую сферы». До определенной стадии развития этих нарушений пациент способен сохранять свой социальный статус «усилием воли», однако это требует определенного нервного напряжения, нередко приводящего к редукции энергетического потенциала при нарастании астении, масштабы которой прямо зависят от контрастности различий между состояниями деперсонализации и дереализации или от силы выражения навязчивых идей.

Поскольку, согласно взглядам этого автора (2014), «сенестопатии отражают первичное изменение сферы соматопсихики», можно предполагать, что они первичны по отношению к целому ряду не только психосоматических, но и патогенетически связанных с ними психических расстройств, не коморбидных с соматическими нарушениями.

Они согласуются с учением А. В. Снежневского о едином психозе и связанной с ним концепции малопрогрессирующей (вялотекущей) шизофрении⁶¹. Однако, несмотря на реализованные возможности использования последней в политических целях, она, тем не менее, получила заметное теоретическое развитие уже после изменений во внутренней политике нашего государства, во многом благодаря работам А. Б. Смулевича (1987, 1996, 2009, 2016) и А. Б. Смулевича с коллегами (Смулевич и др., 2011) и высокой оценке ряда других психиатров (как отечественных, так и некоторых зарубежных), подтверждающих ее важное научное значение.

В основе учения А. В. Снежневского лежит идея о том, что в процессе развития нарушений психики известные психопатологические синдромы сменяются в определенной последовательности. Так, в этом ряду наименьшую тяжесть имеет астенический синдром, а затем, по мере усиления, аффективные синдромы — депрессивные и маниакальные; за ними — невротические: истерические, обсессивные, сенестопатически ипохондрические, деперсонализационные, дисморфофобические; далее, по мере усиления, наблюдаются только психотические синдромы — различные типы паранойяльных, галлюцинаторных, парафренных, кататонических. Следующими в этом ряду идут синдромы помрачения сознания, судорожные синдромы и, наконец, психоорганические расстройства.

Можно отметить, что, в соответствии со взглядами А. В. Снежневского, в постулируемом им ряду синдромов прослеживается плавный переход от астенических состояний (ранние признаки которых можно объяснить простой усталостью) через аффективные со стойкими переменами настроения в маниакальном или депрессивном направлениях к невротическим синдромам,

⁶¹ Которая приобрела дурную славу, так как после неосторожно сказанных Н. С. Хрущевым слов в СССР ее до конца советской власти использовали как научное оправдание борьбы с инакомыслием.

часть которых уже явно связана с коморбидными сенестопатическими расстройствами, соматические признаки которых не подтверждаются соответствующими органическими нарушениями.

Важным признаком, предваряющим наступление этапа чисто психотических расстройств⁶², является появление новой бинарной оппозиции: синдрома **деперсонализации/дереализации** и синдрома **обсессивно-компульсивного расстройства (ОКР)**, или синдрома **навязчивых состояний**. Поскольку последняя и упомянутая ранее оппозиция целостности — распада личности соответствуют друг другу по своим структурно-функциональным масштабам, но имеют разную модальность, логично представить их взаимоотношения в виде нашей, использовавшейся ранее (см. рис. 69, 71, 82) общей схемы, измененной в соответствии с другой семантической спецификой (рис. 107):



Рис. 107. Схема варибельности соматоформных расстройств в контексте отношения объективных понятий целостности-распада личности и субъективных: деперсонализации/дереализации — навязчивых состояний (по нашей интерпретации моделей В. С. Собенникова (2014) и А. Б. Смулевича (2016))

7.4. Заключение по главе 7

Таким образом, мы установили, что известное к настоящему времени разнообразие психосоматических нарушений, как и адаптивных реакций древесно-кустарниковых растений, и варибельности геометрических свойств перцептивного пространства человека, возникающих при зрительном восприятии, подчиняются общему принципу, графически выраженному двумерной схемой двух пересекающихся бинарных оппозиций.

Сходство этих схем (см. рис. 67, 69, 71, 82, 84, 107), подчиняющихся общему принципу пространственной организации классических лечебных ландшафтов, более одной тысячи лет назад разработанному мастерами садово-паркового искусства китайской провинции Сучжоу, вместе с универсальным действием ЛТ и возможностями коррекции этим методом зрительного восприятия пространства, дают основание считать, что применение технологий ЛТ позволяет неконтактно использовать адаптивный потенциал растений для оздоровления человека, согласно много лет хорошо известному и стихийно давно

⁶² Здесь мы не рассматриваем постулированные А. В. Снежневским психотические синдромы, которые проявляются на глубоких стадиях нарушений психической деятельности, поскольку до сих пор они не входили в компетенции ландшафтной терапии и мы пока не располагаем необходимым объемом оригинальных данных, необходимых для соответствующих обобщений.

используемому, но с научных позиций пока никем не объясненному методу. В системности эффектов ЛТ, то есть в отсутствии онтологических пределов ее действия в человеческом организме, усматривается аналогия с представлениями А. В. Снежневского о ранних стадиях единого психоза. Согласно его концепции, развитие этого комплекса расстройств начинается с астенических состояний, которые являются, скорее, предметом невропатологии, чем психиатрии, так как затрагивают, скорее, соматическую, а не психическую сферу. Последующая эволюция единого психоза приводит к смещению его «центра тяжести» в сторону психических структур, благодаря чему объединение, по классификации А. В. Снежневского, сенестопатически ипохондрических, obsessивных и деперсонализационных синдромов в одну группу явно «размывает» границы между функциями сомы и психики. Таким образом, одной из несомненных заслуг этого автора является косвенное подтверждение на примере психосоматических расстройств идеи об отсутствии строгих функциональных границ между различными подсистемами живых организмов, очевидно, существующих только в представлениях, но фактически не имеющих онтологического смысла. Этот факт значительно облегчает понимание системности эффектов ЛТ, которые не ограничиваются механизмами, непосредственно воспринимаемыми внешние признаки ландшафтов, но распространяются на весь человеческий организм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Стимулом к изучению проблемы ландшафтной (экологической, пассивной садовой) терапии послужил интерес авторов к особым отношениям человека с растительным миром — общеизвестным, но официальной наукой так и не принятым. Тем не менее даже во времена господства вульгарного материализма в нашей стране любовь к растениям обычно ни у кого не вызывала идеологических сомнений.

Известные попытки решить этот вопрос с позиций современного естествознания, не вступая в противоречие с узаконенными научными взглядами, пока остаются безуспешными. Вместе с тем, хорошо знакомая многим, наполненная положительными эмоциями атмосфера общения с растениями, вместе с уже достаточно широким распространением и немалым практическим опытом ландшафтной терапии, дает серьезные основания для развития ее теоретического фундамента, анализу отдельных аспектов которого и посвящена настоящая работа.

Хорошо известно, что, в отличие от животных и человека, «центр тяжести» адаптивного потенциала растений связан в основном с низшими (субклеточными) уровнями организации, поскольку растения не только пойкилотермны, но и, вследствие неспособности к передвижению, лишены возможности активно избегать воздействия неблагоприятных факторов внешней среды. В силу универсального для всех клеточных форм жизни строения биологических мембран, растения и человек располагают в целом сходными механизмами адаптации структур субклеточных иерархий. Поэтому с медико-химической точки зрения растения издавна служили источниками фармакологически ценных соединений. Но, поскольку эффекты ландшафтной терапии обусловлены явно не химическими механизмами, их причину следует искать, скорее, в области биологических эффектов электромагнитных полей и полей другой природы.

Мы показали, что ключевую роль в эффектах ландшафтной терапии играет зрительное восприятие, физико-химические основы которого к настоящему времени достаточно подробно исследованы. Однако до сих пор роль психики (или других, пока не известных нам интеллектуальных систем человека⁶³) в зрительном восприятии гигантских объемов разноуровневой адаптогенной информации растения, отраженной в его внешнем облике, и ее трансляции в формы, семантически соответствующие перцептивным системам человека, остается непонятной и, видимо, еще не скоро прояснится.

В связи с этим не исключено, что объем получаемой от растения адаптогенной информации, охватывающий практически все основные уровни организации и реакции на действие неопределенно большого числа факторов, может быть заметно меньше, чем кажется на первый взгляд.

Итак, по результатам многолетних исследований мы установили, что разнообразие адаптивных реакций древесно-кустарниковых растений, форм зрительного восприятия пространства в норме и при психопатологиях, а также архитектурных особенностей известных своими психотропными свойствами

⁶³ О существовании которых в начале XX века догадывались и нобелевский лауреат академик И. П. Павлов, и выдающийся хирург архиепископ Лука (Войно-Ясенецкий).

классических китайских садов подчиняется одному и тому же принципу двумерной классификации, построенному на сочетании двух бинарных оппозиций, одна из которых характеризует изменчивость линейных размеров анализируемой структуры, или ширину диапазона ее функциональной активности, по первой оппозиции и целость всей системы — по второй.

Благодаря существованию единого принципа адаптивной изменчивости формы растения (предмета ландшафтной терапии), ее зрительного восприятия пациентом и соответствия данному принципу организации пространства основного лечебного инструмента (садово-паркового комплекса), разнообразие действующих факторов, обусловленное спецификой конкретной биосистемы (уровнем ее организации) и среды обитания (набором определенных условий), сокращается до их ограниченного числа, отношения между которыми и создают специфику внутренней и внешней сред человека и растений в конкретных условиях.

Таким образом, мы выполнили задачи 1–4, подтвердив справедливость начальных положений рабочей гипотезы (см. раздел 1.3) данного исследования полученными результатами (существование общего для растений и человека принципа взаимоотношений адаптивных реакций), и определили в формализованном виде вероятное связующее звено между ними — двумерный принцип взаимоотношений адаптивных реакций различных уровней, что позволяет наметить направление дальнейшего развития концепции ЛТ.

Однако при этом остается непонятным вопрос о механизме кодирования абстрактных характеристик зрительного образа, формирующегося в коре головного мозга человека в результате визуального восприятия растений / растительных ассоциаций / растительного ландшафта в «несущий алгоритм» (НА), о его переносе на структуры нижележащих уровней организации и декодировании НА в регулирующие воздействие ЛТ сигналы соответствующей иерархии.

Поскольку, судя по имеющимся данным, передача адаптогенной информации от растений к человеку осуществляется зрительным путем, можно предполагать, что ведущую роль в этом процессе играют геометрические характеристики перцептивного пространства, по нашим данным, достаточно подвижные, связанные не только с психотипическими, но и с соматическими качествами личности.

Вместе с тем, становится понятным, что взаимодействие общего принципа возрастных изменений с адаптивными стратегиями растительных организмов⁶⁴ в контексте предложенной нами общей классификационной схемы теоретически создает для биосистем значительное разнообразие физиолого-биохимических возможностей, что делает целесообразным более детальное исследование вопросов: (1) о роли синхронизации/десинхронизации возрастных кривых различных уровней иерархии в формировании «шунтирующих» связей у растений при отсутствии у них, в отличие от животных и человека, специализированных анатомических структур. Возможно, что изучение этого вопроса составит одну из задач следующего этапа нашей работы.

Возможность применения нашей схемы для более широкого круга биосистем различных уровней организации и систематической принадлежности даст нам основание рассчитывать на то, что результаты наших исследований помогут приблизиться к пониманию тонких механизмов взаимодействия человека с растительным миром и будут практически способствовать административно-политическим решениям по охране его здоровья.

⁶⁴ Согласно схеме Н. П. Кренке (1940) и представлениям О. А. Зауралова (1981).

ЛИТЕРАТУРА

- Аврорин Н. А. Географическая закономерность интродукции растений в Полярно-альпийском ботаническом саду // Докл. АН СССР. 1947. № 5. С. 449.
- Аврорин Н. А. Эколого-статистические методы в интродукции (по опыту Полярно-альпийского ботанического сада) // Успехи интродукции растений. М.: Наука, 1973. С. 102–113.
- Аврорин Н. А., Андреев Г. Н., Головкин Б. Н., Кальнин А. А. Переселение растений на Полярный Север (Результаты интродукции травянистых растений в 1932–1956 гг.). М.; Л.: Наука, 1964. 499 с.
- Александрова М. С., Головкин Б. Н. Переселение деревьев и кустарников на Крайний Север. Л.: Наука, 1978. 114 с.
- Алехин А. Н., Курпатов А. В. Психосоматика. Психотерапевтический подход. СПб.: Капитал, 2019. 480 с.
- Афанасьев А. А. Проблема целостности в философии и биологии. М.: Мысль, 1964. С. 9.
- Базилевич Н. И. Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. М., 1996, 293 с.
- Базилевская Н. А. Теория и методы интродукции растений. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1964. 131 с.
- Баран В. И., Никифоров Ю. В. Ландшафтотерапия как один из эффективных методов медико-социальной реабилитации пациентов с психическими расстройствами // Журнал психиатрии и медицинской психологии. 2008. № 1 (18). С. 90–93.
- Баранцев Р. Г. Системная триада — структурная ячейка синтеза // Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник 1988 / под ред. Б. М. Гвишиани и др. М.: Наука, 1989. С. 193–198.
- Бекетов А. Н. О морфологических отношениях листовых частей между собою и со стеблем. СПб., 1858.
- Белишева Н. К. Вклад высокоширотных гелиогеофизических агентов в заболеваемость населения Евро-Арктического региона // Вестник Уральской медицинской академической науки. 2014. № 2 (48). С. 5–11.
- Бергсон А. Творческая эволюция. СПб., 1914. 230 с.
- Бурно М. Е. Клиническая психотерапия. Изд. 2-е, доп. и перераб. М.: Академический Проект; Деловая книга, 2006. 800 с.
- Вайнерт Э., Вальтер Р., Ветцель Т. и др. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / под ред. Р. Шуберга; пер. с нем. Г. И. Лойдиной, В. А. Турчаниновой; под ред. Д. А. Криволицкого. М.: Мир, 1988. 348 с.
- Винниченко М. Б., Белишева Н. К., Жиров В. К. Модуляция свойств воды вариациями космических лучей // ДАН. Науки о Земле. 2009. Т. 429, № 6. С. 816–820.
- Владимиров Ю. А., Арчаков А. И. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. М.: Наука, 1972. 273 с.
- Вольлебен П. Тайная жизнь деревьев. Что они чувствуют, как они общаются — открытие сокровенного мира. М.: Высшая школа экономики, 2020. 224 с.
- Вундт В. Очерк психологии. СПб.: Изд. Ф. Павленкова, 1896. 229 с.

Гайденко П. П. Проблема времени у Канта: время как априорная форма чувственности и вневременность вещей в себе // Вопросы философии. 2003. № 9. С. 134–150.

Гибсон Дж. Экологический подход к зрительному восприятию. М.: Прогресс, 1988. 464 с.

Голиков К. А. Садово-парковые комплексы мира: регионоведение, политика, межкультурная коммуникация. М.: МГУ, 2017. 208 с.

Голосова Е. В. Ландшафтное искусство Китая. М.: Наталис, 2008. 327 с.

Голубева Е. И. Методы диагностики состояния антропогенно трансформированных экосистем. М.: Изд-во МГУ, 1999. 66 с.

Голубчиков Ю. Н. Целительные ландшафты России в глобализирующемся мире (Оздоровительные практики ландшафтотерапии). М.: Издательство МНЭПУ, 2014. Т. 2. С. 143–151.

Гонтарь О. Б., Жиров В. К., Шестаков А. В. Научные основы специализированного ландшафтного дизайна // Научные основы экологии, мелиорации и эстетики ландшафтов: Материалы конференции. Тула: Гриф и К., 2010а. С. 120–125.

Гонтарь О. Б., Жиров В. К., Казаков Л. А., Святковская Е. А., Тростенюк Н. Н. Зеленое строительство в городах Мурманской области. Апатиты, 2010б. 292 с.

Гонтарь О. Б., Жиров В. К., Соловьев А. Г. Алгоритм проведения профилактических и лечебных курсов арктической ландшафтной терапии для купирования различных типов стресса // Труды Кольского научного центра РАН. Серия: Естественные и гуманитарные науки. 2024. Т. 3, № 1. С. 203–209. doi:10.37614/2949-1185.2024.3.1.024.

Гонтарь О. Б., Святковская Е. А., Калашникова И. В., Тростенюк Н. Н., Носатенко О. Ю., Шлапак Е. П., Жиров В. К. Программа дополнительного образования «Гарденотерапия для лиц с ограниченными возможностями здоровья в возрасте от 18 лет 1–3 группы инвалидности»: методическое пособие. Апатиты: КазМ, 2015. 52 с.

Гончаров О. А. Нейропсихологический анализ нарушений зрительного восприятия у детей с локальными поражениями мозга: Рукопись кандидатской диссертации. СПб., 1998. 184 с.

Гончаров О. А. Восприятие пространства и перспективные построения. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2007. 250 с.

Гончаров О. А. Закономерности восприятия и изображения перспективных отношений // Психологический журнал Международного университета природы, общества и человека «Дубна». 2009. № 4. С. 1–15.

Гумилев Л. Н. Этногенез и биосфера Земли. М.: ООО «Издательство АСТ», 2001. 560 с.

Гуппало П. И. Возрастные изменения растений и их значение в растениеводстве. М.: Наука, 1969. 252 с.

Гурский А. В. Основные итоги интродукции древесных растений в СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1957. 308 с.

Деревья и кустарники СССР / ред. С. Я. Соколов. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949. 1–6 т.

Дугин А. Г. Кризис науки: атома не существует. 2023 [Электронный ресурс]. URL: https://zavtra.ru/blogs/krizis_nauki_ato (дата обращения: 03.01.2024).

Жибоедов П. М., Жиров В. К., Руденко С. М. Белковый состав и мембранные липиды интродуцированных растений в Заполярье. Апатиты: Изд. КФ АН СССР, 1987. 117 с.

Жиров В. К., Руденко С. М., Жибоедов П. М. Покой и зимостойкость растений на Крайнем Севере. Апатиты: изд. КНЦ РАН, 1990. 111 с.

Жиров В. К. Возрастные модификации растений в связи с адаптациями и стрессом. Апатиты: изд. КНЦ РАН, 1991. 106 с.

Жиров В. К., Кузьмин А. В., Руденко С. М., Жибоедов П. М., Костюк В. И., Кашулин П. А., Рапотина И. В., Литвинова С. В. и др. Адаптации и возрастная изменчивость растений на Севере. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2001. 355 с.

Жиров В. К., Голубева Е. И., Говорова А. Ф., Хаитбаев А. Х. Структурно-функциональные изменения растительности в условиях техногенного загрязнения на Крайнем Севере. М.: Наука, 2007. 166 с.

Жиров В. К., Гонтарь О. Б. Системные адаптации и старение дендроинтродуцентов на Кольском Севере. Мурманск: Изд-во МГТУ, 2011. 188 с.

Жиров В. К., Гонтарь О. Б., Койгерова А. А. Особенности геометрии перцептивного пространства при психических нарушениях (к вопросу о конструировании лечебных ландшафтов) // Topical areas of fundamental and applied research IV: Мат-лы IV Межд. науч.-практич. конф. (4–5 августа 2014 г., North Charleston, USA). NorthCharleston: CreateSpace, 2014. Vol. 2. P. 4.

Жиров В. К., Гонтарь О. Б., Маурчева П. А. Особенности пространственной организации ландшафтов Кольского Севера в контексте духовности поморской и саамской культур // Север России — один из источников ее развития и единения народов: уроки истории: Сборник докладов региональной научно-практической конференции в рамках общественного форума «Всемирный Русский Народный Собор» 26–27 ноября 2015 года, г. Кировск Мурманской области / под ред. А. М. Ершова. Мурманск: изд. МГТУ, 2015. С. 27–32.

Жиров В. К., Гонтарь О. Б., Мегорский В. В. Межуровневые связи в адаптациях фитогенных систем // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. 2020. № 2. С. 137–143.

Жиров В. К., Мегорский В. В., Пация Е. Я., Гонтарь О. Б., Иерей Иоанн (Данилец). Геометрия целостности и духовность арктического дома // Исторические поселения севера Европы: Материалы историко-краеведческой конференции «Тринадцатые Феодоритовские чтения» / под ред. Митрополита Митрофана (Баданина). Апатиты: Издательство Кольского научного центра, 2021. С. 200–226.

Жмылев П. Ю. Эволюция жизненных форм растений: суждения и предположения // Журнал общей биологии. 2004. Т. 65, № 3. С. 232–249.

Журавлев А. И. Развитие идей Б. Н. Тарусова о роли цепных процессов в биологии // Биоантиокислители в регуляции метаболизма в норме и патологии / под ред. А. И. Журавлева. М.: Наука, 1982. С. 3–36.

Заленский В. Р. Материалы к количественной анатомии различных листьев одних и тех же растений. Киев, 1904. 208 с.

Зауралов О. А. Два типа устойчивости растений // Проблемы и пути повышения устойчивости растений к болезням и экстремальным условиям среды в связи с задачами селекции. Ч. 1. Л.: изд. ВИР, 1981. С. 9–11.

Зайцев Г. Н. Математика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1990. 296 с.

Ищенко А. В. Преимущество просветительского значения ландшафтной архитектуры в историко-перцептивном дискурсе: от сакрального символизма к образовательной среде и обратно (на примере садов и парков Северо-Запада России) // Четырнадцатые Феодоритовские чтения «Первопроходцы Крайнего Севера». Сборник тезисов. 2021. С. 38–39.

Казаков Л. А. Итоги и перспективы интродукционных дендрологических экспедиций Полярно-альпийского ботанического сада // Дендрологические исследования в Заполярье. Апатиты, 1987. С. 3–13.

Казаков Л. А., Чуркина Т. И. Выращивание саженцев Ивы Шверина для зеленого строительства // Декоративные растения и зеленое строительство за Полярным кругом. Апатиты: Кольский филиал АН СССР, 1987. С. 22–24.

Казаков Л. А., Даясова Н. П., Зайцева А. Ф., Лицкевич Л. М., Юшенкова А. А. Древесные растения Полярно-альпийского ботанического сада. Апатиты, 1993. 185 с.

Казаков Л. А. и др. Интродукционное освоение дендрофлоры севера Евразийского континента и высокогорий Сибири: Отчет о НИР (заключит.) / ПАБСИ; рук. Л. А. Казаков. УДК: 631.525 (470, 21); № ГР 01920012027; Инв. № 421. Кировск, 1995. 260 с.

Кант И. Критика чистого разума. Сочинения в 6 т. / под общей редакцией В. Ф. Асмуса. А. В. Гульги, Т. И. Ойзермана. Серия: Философское наследие. М.: Мысль, 1964. Т. 3. 799 с.

Канунго М. Биохимия старения. М.: Мир, 1982. 294 с.

Каплан С., Арнтцен Ч. Дж. Структура и функция фотосинтетических мембран // Фотосинтез / под ред. М. Говинджи. М.: Мир, 1987. Т. 1. С. 162–265.

Карнаухов В. Н. Спектральный анализ клеток в экологии и охране окружающей среды (Клеточный мониторинг). Пушкино: ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1988. 120 с.

Кизи К. Над кукушкиным гнездом. М.: ООО «Издательство ЭКСМО», 2009. 384 с.

Ким, Бон Хан. Система кенрак и теория санала // Вестник Академии кенрак КНДР. № 2. Пхеньян: Изд-во медицинской литературы, 1965. 106 с.

Клиорин А. И., Чтецов В. П. Биологические проблемы учения о конституциях человека. Л.: Наука, 1979. 164 с.

Койгерова А. А. Особенности пространственного восприятия лиц с психическими расстройствами как основа построения лечебных ландшафтов // Journal of Ural Medical Academic Science. 2019. Vol. 16, No. 2. P. 273–278.

Копытин А. И., Корт Б. Техники ландшафтной арт-терапии. М.: Когито-Центр, 2013. 103 с.

Кормилицин А. М. Генетическое родство флор как основа подбора древесных растений для их интродукции и селекции // Селекция косточковых и субтропических плодовых, декоративных, цветочных и эфиромасличных культур. Симферополь: Тр. Никитского бот. сада, 1969. Т. 40. 269 с.

Коцюбинский А. П. Многомерная (холистическая) диагностика в психиатрии (биологический, психологический, социальный и функциональный диагнозы). СПб.: СпецЛит, 2017. С. 285.

Кренке Н. П. Теория циклического старения и омоложения растений и ее практическое применение. М.: Сельхозгиз, 1940. 135 с.

Кривовичев С. В. Православие и естественные науки: учебник бакалавра теологии. М.: Общецерковная аспирантура и докторантура им. святых равноапостольных Кирилла и Мефодия; Издательский дом «Познание», 2022. 474 с.

Курпатов А. В., Алехин А. Н. Философия психологии. Новая методология. М.: ОЛМА Медиа Групп, 2006. 448 с.

Лапин П. И. Сезонный ритм развития древесных растений и его значение для интродукции // Бюлл. ГБС АН СССР. 1967. Вып. 65. С. 13–18.

Лапин П. И. О терминах, применяемых в исследованиях по интродукции и акклиматизации растений // Бюлл. ГБС АН СССР. 1972. Вып. 83. С. 10–17.

Лапин П. И., Рябова Н. В. Некоторые проблемы практики интродукции древесных растений в ботанических садах // Исследование древесных растений при интродукции. М.: Наука, 1982. С. 5–29.

Лихачев Д. С. Письма о добром и прекрасном. М.: Детская литература, 1988. 218 с.

Лукина Н. В., Никонов В. В. Биогеохимические циклы в лесах Севера в условиях аэротехногенного загрязнения / под ред. С. В. Зонна. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра, 1996. Ч. 1. 213 с.

Лысыков А. Б. Специфика ассортимента посадочного материала для озеленения садов и лесопарков и поддержание экологической безопасности в озеленительной практике // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2018. № 8. С. 100–104.

Маркова Л. А. Новая философская энциклопедия : в 4 т. / Ин-т философии РАН ; научно-ред. совет: В. С. Степин, А. А. Гусейнов, Г. Ю. Семигин. М.: Мысль, 2010. Т. IV. С. 316–317.

Медников Б. М. Биология: формы и уровни жизни. М.: Просвещение, 1994. 415 с.

Мерзляк М. Н., Жиров В. К. Свободнорадикальное окисление в хлоропластах при старении растений // Актуальные проблемы биофизики растительной клетки. Итоги науки и техники. Сер.: Биофизика. Т. 40. М.: ВИНТИ, 1990. С. 101–135.

Мерзляк М. Н., Погосян С. И. Фотодеструкция пигментов и липидов в изолированных хлоропластах // Биол. науки. 1986. № 3. С. 8–20.

Мерзляк М. Н., Погосян С. И. Деструкция пигментов и липидов в изолированных хлоропластах под воздействием светового излучения // Молекулярные механизмы биологического действия оптического излучения. М.: Наука, 1988. С. 55–70.

Мерлин В. С. Очерк теории темперамента / составитель Б. А. Вяткин ; Министерство образования и науки Российской Федерации ; ФГБОУ ВО «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет» ; Институт психологии. Изд. 3-е, интегр. Пермь : ПГГПУ, 2018. 461 с.

Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем: пер. с англ. М.: Мир, 1973. 344 с.

Миркин Б. М., Розенберг Г. С. Системный подход к фитоценологии // Журн. общ. биологии. 1978. Т. 39, № 2. С. 167–178.

Музрукова Е. Б., Фандо Р. А. Редукционизм и холизм в познании живого // Эпистемология и философия науки. 2014. 39 (1). С. 211–226.

- Недолужко В. А. Древесные растения: Проблема эволюции жизненных форм. Владивосток: Изд-во ДВО РАН, 1997. 120 с.
- Некрасов В. И. Актуальные вопросы развития теории акклиматизации. М.: Наука, 1980. 102 с.
- Никитюк Б. А., Чтецов В. П. Морфология человека. М.: Изд-во МГУ, 1983. 320 с.
- Николаевский В. С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояние наземных экосистем методами фитоиндикации. М.: МГУЛ, 1998. 192 с.
- НС-Психотест.NET (руководство пользователя). ООО «Нейрософт». 2019. 366 с.
- Перетятыкин Г. Ф. Мир в прямой и обратной перспективе: Размышления на тему Флоренского / Южный федеральный университет // Научные ведомости БелГУ. Философия. Социология. Право. 2009. № 10 (65), вып. 9. С. 5–18.
- Петровская-Баранова Т. П. Физиология адаптации и интродукции растений. М.: Наука, 1983. 151 с.
- Песков В. П., Кузеванов В. Я. Обоснование применения метода «садовой терапии» для коррекции и профилактики девиантного поведения // Российский девиантологический журнал. 2023. 3 (4). 441–451. doi: 10.35750/2713-0622-2023-4-441-451.
- Подрабинек А. Карательная медицина. Изд. Karoma Publishers, 1980. 63 с. ISBN 0-89720-022-5.
- Прайор У. Роль свободнорадикальных реакций в биологических системах // Свободные радикалы в биологии / ред. У. М. Прайор. М.: Мир, 1979. Т. 1. С. 13–67.
- Психологический лексикон. Энциклопедический словарь в шести томах / ред.-сост. Л. А. Карпенко ; под общ. ред. А. В. Петровского. М.: ПЕР СЭ, 2006. 128 с.
- Развитие концепции структурных уровней в биологии / коллектив авторов Института истории естествознания и техники АН СССР. М.: Наука, 1972. 427 с.
- Рандхава М. Сады через века. М.: Знание, 1981. 320 с.
- Раушенбах Б. В. Пространственные построения в живописи. М.: Наука, 1980. 408 с.
- Рубцов Л. И. Деревья и кустарники в ландшафтной архитектуре. Киев: Наукова думка, 1977. 272 с.
- Сафуанов Ф. С., Макушкин Е. В. Аффект: практика судебной психолого-психиатрической экспертизы. Хрестоматия. М.: ФГБУ «ГНЦССП им. В. П. Сербского» Минздрава России, 2013. 312 с.
- Святитель Лука (Войно-Ясенецкий). Дух, душа, тело. Тула: Имидж Принт, 2013. 128 с.
- Святковская Е. А., Гонтарь О. Б., Тростенюк Н. Н., Калашникова И. В., Жиров В. К. Гарденотерапия как составная часть социальной адаптации и профориентации для обучающихся с интеллектуальными нарушениями // Вестник ТвГУ. Серия «Педагогика и психология». 2015. № 3. С. 244–262.
- Северцов А. Н. Собрание сочинений. Т. 3. Общие вопросы эволюции. М.; Л.: АН СССР, 1945. 528 с.
- Семко А. П. Гидротермический режим почв лесной зоны Кольского полуострова. Апатиты: Кольский филиал АН СССР, 1982. 142 с.
- Семко А. П. Режим тепла и влаги для роста и развития дикорастущих и интродуцированных растений в центральной части Кольского полуострова. Апатиты: КНЦ АН СССР, 1989. 30 с.

- Сент-Дьердьи А. Биоэлектроника. М.: Мир, 1971. 80 с.
- Сергеева К. А. Физиологические и биохимические основы зимостойкости древесных растений. М.: Наука, 1971. 174 с.
- Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений (жизненные формы покрытосеменных и хвойных). М.: Высш. школа, 1962. 377 с.
- Сизых С. В., Кузеванов В. Я., Белозерская С. И., Песков В. П. (2006). Садовая терапия: использование ресурсов ботанического сада для социальной адаптации и реабилитации: справочно-методическое пособие. Издательство Иркутского государственного университета. URL: <https://clck.ru/32s3XM>.
- Сизых С. В., Песков В. П., Карнышев А. Д. и др. Садовая терапия: монография / под общ. ред. С. В. Сизых, В. П. Пескова; М-во образования и науки Российской Федерации; Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования «Иркутский гос. ун-т»; Федеральное гос. бюджетное учреждение «Науч. центр проблем здоровья семьи и репродукции человека» Сибирского отделения Российской академии наук. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2014. 259 с.
- Смулевич А. Б. Малопрогрессирующая шизофрения и пограничные состояния. М., 1987. 240 с.
- Смулевич А. Б. К вопросу о психопатологической систематике ипохондрии // Журн. невропатологии и психиатрии им. С. С. Корсакова. 1996. № 2. С. 9–13.
- Смулевич А. Б. Малопрогрессирующая шизофрения и пограничные состояния. 2-е издание. М.: МЕДпресс-информ, 2009. С. 256.
- Смулевич А. Б., Андрющенко А. В., Бескова Д. А. Клинико-эпидемиологическая программа «Синтез»: распространенность и структура психических расстройств в общей медицине (актуальные вопросы и перспективы) // Психические расстройства в клинической практике / под ред. А. Б. Смулевича. М., 2011. С. 230–309.
- Смулевич А. Б., Романова Д. В., Львова А. Н. и др. Дерматозойный бред и ассоциированные расстройства. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. 208 с.
- Смулевич А. Б. Расстройства шизофренического спектра в общей медицинской практике // Журнал неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова. 2016. 116 (1). С. 4–9.
- Собенников В. С. Соматизация и соматоформные расстройства. Иркутск, изд. УГМУ, 2014. 304 с.
- Соколов С. Я. Современное состояние теории акклиматизации и интродукции растений // Интродукция растений и зеленое строительство. М.: Тр. Ботан. ин-та АН СССР. 1957. Сер. 6, вып. 5. С. 9–32.
- Сокольская О. Б. Садово-парковое искусство. Формирование и развитие: Учебное пособие для вузов. 4-е изд., исправл. СПб.: Изд-во: Лань, 2022. 627 с.
- Тахтаджян А. Л. Теория филэмбриогенеза А. Н. Северцова и эволюционная морфология растений // Проблемы ботаники. Т. 1. М.; Л.: АН СССР, 1950. С. 222–231.
- Тахтаджян А. Л. Вопросы эволюционной морфологии растений. Л.: Изд-во ЛГУ, 1954. 213 с.
- Тополянский В. Д., Струковская М. В. Психосоматические расстройства. М: Медицина, 1986. 342 с.

- Труханов А. И., Жученко Н. А., Черкасов А. В. Эколого-генетические основы ландшафтотерапии // Вестник восстановительной медицины. 2013. № 6 (58). С. 12–19.
- Филин В. А. Автоматия саккад. М.: Изд-во МГУ, 2002. 240 с.
- Филин В. А. Видеоэкология. Что для глаза хорошо, а что — плохо. М.: Видеоэкология, 2006. 512 с.
- Филин В. А., Филина Т. Ф. Автоматия саккад у младенцев в быстром сне // Журнал высшей нервной деятельности. М.: Наука, 1989. Т. 39, вып. 4. С. 603–608.
- Флоренский П. А. Анализ пространственности и времени в художественно-изобразительных произведениях. М.: Прогресс, 1993. 324 с.
- Флоренский П. А., священник. Обратная перспектива // Соч. в 4 т. М.: Мысль, 1999. Т. 3 (1). С. 46–98.
- Хаснулин В. И. Введение в полярную медицину. Новосибирск: СО РАМН, 1998. 337 с.
- Хохряков А. П. Закономерности эволюции растений. Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1975. 202 с.
- Хохряков А. П., Мазуренко М. Т. Структура и морфогенез кустарников. М.: Наука, 1977. 160 с.
- Хохряков А. П. Эволюция биоморф растений. М.: Наука, 1981. 168 с.
- Цветков В. Ф., Цветков И. В. Лес в условиях аэротехногенного загрязнения. Архангельск, 2003. 354 с.
- Цицин Н. В. Охрана природы и ботанические сады // Бюлл. ГБС АН СССР. 1970. Вып. 76. С. 3–8.
- Цицин Н. В. Итоги научной деятельности Главного ботанического сада АН СССР за 25 лет // Бюлл. ГБС АН СССР. 1971. Вып. 81. С. 5–15.
- Черненькова Т. В. Реакция лесной растительности на промышленное загрязнение. М.: Наука, 2002. 190 с.
- Чернов Г. Н. Кренке и его теория старения и омоложения. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 117 с.
- Шавров Л. А. О причине низкой зимостойкости некоторых древесных растений в условиях Полярно-альпийского ботанического сада // ДАН СССР. 1961. Т. 140, № 2.
- Шавров Л. А. Длинный полярный день и зимостойкость переселенных древесных растений // Введение в культуру новых видов полезных растений в условиях Крайнего Севера. Л.: Наука, 1971. С. 17–52.
- Шеврыгин Б. В., Шеврыгина А. В. Животные — наши целители. М.: Гея, 2013. 188 с.
- Шитт П. Г. Избранные сочинения. М.: Колос, 1968. 584 с.
- Ярмишко В. Т., Баккал И. Ю., Меньшикова Г. П. и др. Влияние промышленного атмосферного загрязнения на сосновые леса Кольского полуострова / под ред. Б. Н. Норина, В. Т. Ярмишко ; АН СССР ; Ботан. ин-т им. В. Л. Комарова. Л.: БИН, 1990. 195 с.
- Ashby E. Studies in the morphogenesis of leaves. 1. An assay on leaf shape // The New Phytol. 1948. V. 47, No. 2. P. 154–162.
- Backster, C. Primary Perception: Biocommunication with plants, living foods, and human cells (2003). White Rose Millennium Press, ISBN 0-9664354-3-5, Website Архивная копия от 29 ноября 2019 на Wayback Machine.

- Braun A. Betrachtungen über die Erscheinung der Verjungung in der Natur. Leipzig, 1851. 122 s.
- Butler R. D. The fine structure of senescing cotyledons of cucumber // *J. Ex. Bot.* 1967. V. 18, No. 5. P. 535–543.
- Butler R. D., Simon E. D. Ultrastructural aspects of senescence in plants // *Adv. Geront. Res.* 1971. V. 3, No. 1. P. 173–129.
- Carroll R. *The Skeptic's Dictionary: A Collection of Strange Beliefs, Amusing Deceptions, and Dangerous Delusions.* John Wiley & Sons, 2011. P. 294–296. ISBN 978-1-118-04563-3.
- Covarrubiasa P., Jimenez A. A., Cabrera F., Costal A. The Senses Considered as Perceptual Systems: The Revolutionary Ideas of Gibson's 1966 Book, 50 Years Later — Part 1 // *Ecological Psychology.* 2017. Vol. 29, No. 2. P. 69–71.
- Ferriar J. *Medical Histories and Reflections.* Vol. 2. London: Cadell and Davies, 1972.
- Firm R. D., Friend J. Enzymatic production of plant growth inhibitor, xanthoxine // *Planta (Berl.).* 1972. V. 103, No. 2. P. 263–266.
- Galliard T., Chan H. W.-S. Lipoxygenases // *Biochemistry of Plants.* V. 4. Lipids: Structure and Functions / Ed. Stumpf P. K. New York; London; Toronto; Sydney; StFrancisco: Acad. Press, 1980. P. 131–161.
- Grumbach K. H., Lichtenthaller H. K. Chloroplast pigments and their biosynthesis in relations to light intensity // *Photochem. Photobiol.* 1982. V. 35, No. 2. P. 209–212.
- Halliwell B. Oxygen-free radicals in living systems: dangerous but useful — Strategies of microbial life in extreme environments // *Life Sci. Res. Rep.* V. 13. Berlin: Verlag Chemie, 1979. P. 195–221.
- Harman D. Ageing: A theory based on free radicals and radiation chemistry // *J. Gerontol.* 1956. V. 1. P. 298–312.
- Heber U. et al. Air pollution, photosynthesis and forest decline. Interaction and consequences. Oslo, 2001.
- Horowitz K., Lewis D., Gasteiger E. (1975). Plant Primary Perception: Plant Primary Perception: Electrophysiological Unresponsiveness to Brine Shrimp Killing. *Science*, 189. pp. 478—480.
- Huber G. Die coenasthetische Schizophrenie // *Fortschr. Neural. Psychiat.* 1957. Sec. 25 (9). S. 491–521.
- Huber D. J., Newman D. W. Relationships between lipid changes and plastide ultrastructural changes in senescing and regreening soybean cotyledons // *J. Ex. Bot.* 1976. V. 27, No. 4. P. 490–511.
- Hudak J. Plastide senescence. 1. Changes of chloroplast structure during natural senescence in cotyledons of *Sinapis alba* L. // *Photosynthetica.* 1981. V. 15, No. 2. P. 174–178.
- Kaplan G. A. Kinetic disruption of optical texture: The perception of depth at an edge // *Perception and Psychophysics.* 1969. 6. P. 193–198.
- Kozlov M. V. Pollution related environmental gradients around “Severonikel” smelter complex at the Kola Peninsula // *The Contaminants in the Nordic ecosystems: Dynamics, Processes and Fate.* 1993. P. 59–69.
- Li P., Johnston M. O. Heterochrony in plant evolutionary studies through the twentieth century // *Bot. Rev.* 2000. V. 66, No. 1. P. 58–88.

- Lichtenthaller H. K. Effects of biocides on the development of the photosynthetic apparatus of radish seedlings grown under strong and weak light conditions // *Z. Naturforsch.* 1979. V. 34c, No. 9. P. 936–940.
- Lichtenthaller H. K. Adaptations of leaves and chloroplasts to high quanta fluence rates // *Photosynthesis VII. Photosynthesis and Productivity, Photosynthesis and Environment* (Ed Acoyunoglou G.). Balaban Int., Sci. Services, Philadelphia, Pa, 1981. P. 273–287.
- Lyons J. M. Phase transition and control of cellular metabolism at low temperatures // *Cryobiology.* 1972. 9 (3). P. 341–356.
- Lyons J. M. Chilling injury in plants // *Ann. Rev. Plant Physiol.* 1973. 24. P. 445–466.
- Mayr H. *Die Naturgesetzlcher Grundlage des Waldbauses.* Berlin: Parey, 1909. 366 s.
- Mosteller R. D. Simplified Calculation of Body Surface Area. *N Engl J Med.* 1987. Oct 22; 317 (17):1098.
- Shaw M., Manocha M. S. Fine structure in detached senescing wheat leaves // *Can. J. Bot.* 1965. V. 43, No. 7. P. 747–755.
- Schleiden M. *Grundzuge der wissenschaftlichen Botanik.* Leipzig, 1851. Bd. II. 187 s.
- Warming E. Über perenne Gevachse // *Bot. Centralblatt.* 1884. V. 18, No. 19. S. 15–47.
- Wilkins A. J. *Visual stress.* Oxford; New York: Oxford University Press, 1995. 194 p.
- Yang S. P. The chemistry and biochemistry of plant hormones // *Recent advances in phytochemistry* / Eds. Runcles V. C., Soundheimer E., Watton P. C. New York; London: Acad. Press, 1974. P. 131–164.
- Yellott J., Kaiwi J. L. Depth inversion despite stereopsis: the appearance of random-dot stereograms on surfaces seen in reverse perspective // *USA Perception.* 1979. Vol. 8. P. 135–142. doi/10.1068/p080135:135-142.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Практическое применение ландшафтной терапии

Практическое применение активной садовой терапии отражено в разработанных нами программах:

Гонтарь О. Б., Ахтулова Е. М. Экотерапия для учащихся начальной школы специализированных коррекционных классов: методическое пособие. Апатиты: К & М, 2021. 73 с. (реализована в МБОУ «Средняя образовательная школа № 4» г. Апатиты);

Гонтарь О. Б., Святковская Е. А., Калашникова И. В., Салтан Н. В., Носатенко О. Ю., Шлапак Е. П., Жиров В. К. Программа дополнительного образования с коррекционными элементами «Экотерапия для детей в возрасте 5–7 лет с логоневрозом»: методическое пособие. Апатиты: К & М, 2015. 36 с. (реализована в МБДОУ «Детский сад комбинированного вида № 10» г. Апатиты);

Гонтарь О. Б., Святковская Е. А., Калашникова И. В., Тростенюк Н. Н., Носатенко О. Ю., Шлапак Е. П., Жиров В. К. Программа дополнительного образования «Гарденотерапия для лиц с ограниченными возможностями здоровья в возрасте от 18 лет 1–3 группы инвалидности»: методическое пособие. Апатиты: К & М, 2015. 52 с. (реализована в ГОСУСО ССЗН «Кировский психоневрологический интернат» и ГОУСО ССЗН «Кировский центр социальной помощи семье и детям», г. Кировск Мурманской обл., СПб ГБУСО «Дом-интернат для детей-инвалидов и инвалидов с детства с нарушениями умственного развития № 1», г. Петергоф Ленинградской обл.);

Гонтарь О. Б., Святковская Е. А., Тростенюк Н. Н., Калашникова И. В., Носатенко О. Ю., Шлапак Е. П., Мазуренко И. Н., Казак Т. В. Программа дополнительного образования «Экотерапия для детей 6–7 лет с речевыми нарушениями»: методическое пособие. Апатиты: ГИЛЦ, 2013. 54 с.; изд. 2-е. Апатиты: К & М, 2013. 54 с. (реализована в МБДОУ «Детский сад комбинированного вида № 10» г. Апатиты);

Гонтарь О. Б., Святковская Е. А., Калашникова И. В., Мазуренко И. Н., Тростенюк Н. Н. Образовательно-реабилитационная программа «Экотерапия» для детей в возрасте от 14 до 18 (21) лет с психоневрологическими заболеваниями 1–3 группы инвалидности: Методические указания по проведению занятий. Изд. 2-е. Апатиты: К & М, 2013. 29 с. (реализована в ГОСУСО ССЗН «Кировский психоневрологический интернат» и ГОУСО ССЗН «Кировский центр социальной помощи семье и детям», г. Кировск Мурманской обл., ГОАУСОН «Полярнозоринский КЦСОН», г. Полярные Зори Мурманской обл.).

Программа дополнительного образования «Гарденотерапия для лиц с ограниченными возможностями здоровья в возрасте от 18 лет 1–3 группы инвалидности» и программа дополнительного образования с коррекционными элементами «Экологическая терапия для детей в возрасте 5–7 лет с логоневрозом» были представлены как мастер-класс в рамках III и IV Фестиваля реабилитационных программ для людей с психическими особенностями «ДРУГИЕ?» на ярмарках ремесел, изобразительного искусства и инклюзивного творчества «Мир особых мастеров» в 2017 и 2018 гг.

На вышеперечисленные программы были получены положительные отзывы и заключения:

от заведующей кафедрой педагогики и психологии государственного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Мурманский областной институт повышения квалификации работников образования и культуры» к. п. н. Т. В. Широкоград;

руководителя отдела проблем психологической и профессиональной реабилитации инвалидов Федерального государственного учреждения «Санкт-Петербургский научно-практический центр медико-социальной экспертизы, протезирования и реабилитации инвалидов им. Г. А. Альбрехта» д. п. н. Е. М. Старобиной; учителя-логопеда подготовительной к школе логопедической группы МДОУ № 10 г. Апатиты Т. Н. Дружининой;

зав. отделением дневного посещения молодых инвалидов ГОУСОССЗН «Кировский центр социальной помощи семье и детям» М. М. Пономаренко;

министра Министерства образования и науки Мурманской области В. Ф. Костюкевича;

директора Кировского психоневрологического интерната Н. А. Мамаевой;

заместителя главного врача Мурманской областной психиатрической больницы, врача-психиатра высшей категории И. Г. Буланцева.

ISBN 978-5-91137-527-0



9 785911 375270

