

УКРАИНСКАЯ АКАДЕМИЯ АГРАРНЫХ НАУК
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НИКИТСКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД

На правах рукописи

САДОГУРСКИЙ СЕРГЕЙ ЕФИМОВИЧ

УДК 581.526.323.3 (477.75)

ЭКОЛОГО ФЛОРИСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ФИТОЦЕНОЗОВ МОРСКИХ ТРАВ У БЕРЕГОВ КРЫМА

(03.00.01 ботаника)

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
кандидата биологических наук

Ялта - 1986

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00753589 (.)

УКРАИНСКАЯ АКАДЕМИЯ АГРАРНЫХ НАУК
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НИКИТСКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД

На правах рукописи

САДОГУРСКИЙ СЕРГЕЙ ЕФИМОВИЧ

УДК 581.526.323.3 (477.75)

ЭКОЛОГО ФЛОРИСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ФИТОЦЕНОЗОВ МОРСКИХ ТРАВ У БЕРЕГОВ КРЫМА

(03. 00. 01 -- ботаника)

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
кандидата биологических наук

И л т я 1996

58
Диссертация является рукописью *АВ 35.026*
Работа выполнена в отделе охраны природы Государственного
Никитского ботанического сада в 1992-1996 гг.

Научные руководители – доктор сельскохозяйственных наук
Молчанов Евгений Фёдорович

кандидат биологических наук
старший научный сотрудник
Маслов Иван Игоревич

Официальные оппоненты – доктор биологических наук
В.В. Корженевский

кандидат биологических наук
Н.А. Мильчакова

Ведущее учреждение – Симферопольский государственный
университет

Защита диссертации состоится *"10" июня* 1996 г.
в *10⁰⁰* часов на заседании специализированного совета
Д 32.01.01 при Государственном Никитском ботаническом саду по
адресу:

334267 Крым, г. Ялта,
Государственный Никитский
ботанический сад

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Никитского
ботанического сада.

Автореферат разослан *"24" июля* 1996 г.

Ваши отзывы и замечания по автореферату, заверенные гербо-
вой печатью, просим направлять в двух экземплярах по адресу:
334267, Крым, г. Ялта, Государственный Никитский ботанический
сад, Специализированный совет; ФАКС 0654-33-53-86.

Учёный секретарь Специализированного
Совета, кандидат биологических наук *Т.И. Кучерова*

Лично *И. В. Стефаника*
АН Украины

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В состав макрофитобентоса Азовского и Чёрного морей входят цветковые растения или морские травы. Наиболее массовыми, имеющими большое экологическое и экономическое значение, являются представители рода *Zostera* L. Во многих случаях zostеровые фитоценозы, доминируя среди всей донной растительности, определяют не только круговорот биогенов в водной среде, но и оказывают мощное влияние на прибрежные сухопутные экосистемы и динамику берегообразовательных процессов посредством обильных выбросов (Живаго, 1948; Маккавеева, 1979). Промышленная разработка выбросов педорога и экологически безопасна; сырьевые запасы в регионе достаточно велики (Лукина, 1986).

В связи с промышленным и рекреационным освоением акваторий, санитарно-биологическое состояние среды и экологическое равновесие в прибрежных экосистемах резко ухудшились. Повсеместно идёт процесс сужения ареалов олигосапробных и увеличение ареалов мезо- и полисапробных видов водорослей, а также замена многолетних сообществ однолетними и сезонными (Громоз, Смоляр, 1980; Ерёменко, 1987). Самое мощное негативное воздействие оказывается на мелководные участки, где произрастает zostера. В ряде районов это привело к сокращению занимаемых ею площадей или полному исчезновению её зарослей (Мильчакова, 1988).

Негативные изменения отмечаются и на Южном берегу Крыма (ЮБК), одном из крупнейших рекреационных районов, где вопросы изучения и охраны природных экосистем имеют особую важность. При этом, фитоценозы zostеры в данном районе совершенно не описаны. В акваторий Керченского пролива, где наблюдается сильное техногенное воздействие на среду, сосредоточены обширные заросли zostеры, имеющие истинно промышленное значение (Куликова, 1981; Мильчакова, 1990). Однако исследованы они далеко не полно, а альгофлора региона изучена так же недостаточно.

Таким образом, особую актуальность приобретает изучение общих закономерностей, определяющих гетерогенность морских бентосных экосистем, в т.ч. zostеровых фитоценозов. Кроме того, необходимо выявить фактическое распределение макрофитов вдоль крымских берегов. Это позволит уточнить реальные их запасы для решения практических вопросов охраны и восстановления сообществ макрофитобентоса, а также рационального природопользования, включая промысел и рекреацию.

Цель и задачи исследования. Целью работы является выясне-

ние эколого-биологических особенностей zostеровых фитоценозов, изучение закономерностей изменения их качественного и количественного состава в пространстве и во времени в зависимости от некоторых биотических и абиотических факторов.

Задачи:

1. Выявить зависимость горизонтального, вертикального и сезонного распределения численности, биомассы и изменения морфометрических параметров *Zostera marina* L. и *Z. noltii* Hornem. в мезодоминантных и смешанных фитоценозах обоих видов от условий среды обитания.

2. Установить зависимость горизонтального, вертикального и сезонного распределения водорослей-макрофитов zostеровых фитоценозов от условий среды обитания, в т.ч. антропогенного воздействия.

3. Определить возможность использования качественных и количественных характеристик фитоценозов zostеры для контроля за состоянием среды обитания.

4. Дать детальную флористическую характеристику zostеровых фитоценозов.

Научная новизна работы. Приводится детальное эколого-флористическое описание zostеровых фитоценозов, впервые дается полное описание их альгофлоры. Для Прикерченского флористического р-на указано 30 и для флористического р-на Южный берег Крыма два вида водорослей. Выявлены качественные и количественные характеристики zostеровых фитоценозов, а также морфологические параметры видов-доминантов. Показано, что распределение *Z. marina* и *Z. noltii* в чистых и смешанных фитоценозах определяется различной их восприимчивостью к гидродинамике и межвидовым взаимодействием. Выявлено, что с увеличением глубины период летнего угнетения вегетации zostеры смещается на более поздние сроки, вплоть до его отсутствия вдоль нижней границы распространения сообществ. Установлены связи между биомассами водорослей и zostеры, а также между числом видов водорослей и их биомассой в пределах сапробиологических группировок водорослей. Обнаружена закономерность сезонного смещения верхней границы глубоководной зоны доминирования олигосапробных, тепловодных, преимущественно многолетних видов в сторону берега. Впервые описано развитие водорослей-эпифитов на обнажающихся корневищах и корнях zostеры. Видоизменена и дополнена общепринятая методика экологического анализа по эколого-флористическим группам водорослей-макрофитов.

Практическая ценность работы. Материалы исследований при-

менены для биомониторинга в государственном заповеднике "Мыс Мартыни", с использованием в качестве объекта макрофитобентоса.

Результаты работы использованы при составлении "Летописи природы" заповедника за 1994, 1995 гг.

Апробация работы. Материалы диссертации докладывались: на Международной конференции, посвящённой актуальным вопросам экологии Азово-Черноморского региона и Средиземноморья (Сямфорополь, 1993), на Международной конференции молодых учёных (24-28 октября 1994 г., г. Ялта), на Сессии совета ботанических садов Украины (13-16 июня 1995 г. Крым. Ялта), на Международной конференции молодых учёных (25-27 сентября 1995 г. Крым. Ялта).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано шесть научных работ: две статьи и четверо тезисов. Две статьи находятся в печати.

Объём работы. Диссертационная работа изложена на 175 страницах машинописного текста (включая 22 таблицы и 9 рисунков), состоит из введения, шести глав, списка цитируемой литературы, включающего 287 наименований (из них 79 на иностранных языках). В приложениях к диссертации помещены 30 таблиц по биомассе, численности, морфометрии зостеры, а также составу альгофлоры различных акваторий; список обнаруженных видов водорослей с указанием места, времени сбора и типа субстрата.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается необходимость исследования сообщества зостеры, показана научная новизна и практическая ценность выполненной работы.

Физико-географическая характеристика районов проведения полевых наблюдений даётся в первой главе. Приводятся климатические и гидрохимические данные.

Литературный обзор (глава II) представляет сводку и анализ опубликованных данных по биологии, экологии и морфологии черноморских видов *Zostera*; составу и распределению макрофитобентоса, в т.ч. сообществ морских трав; характеру и результатам антропогенного воздействия на бентосные фитоценозы; использованию макрофитов при биологическом анализе загрязнения моря и прогнозировании изменений морских биоценозов; природо-хозяйственному значению зарослей макрофитов и перспективам дальнейшего их применения; необходимости охраны и рационального использования макрофитобентоса.

Глава III. Материал и методика исследований.

Объект исследования – макрофиты фитоценозов zostеры (*Zostera L.*): морские травы, представляющие отдел покрытосеменных (Angiospermatophyta) и водоросли, относящиеся к отделам зелёных (Chlorophyta), бурых (Phaeophyta) и красных (Rhodophyta).

Исследования проводили в горизонте фотофильной растительности сублиторальной зоны (Калугина-Гутник, 1975) по общепринятой геоботанической методике, видоизменённой применительно к подводным исследованиям (Ерёменко, 1969; Калугина, 1969; Громов, 1973).

В качестве р-нов сбора проб были выбраны акватории Керченского пролива (соединяющего Азовское и Чёрное моря) и заповедника "Мыс Мартыян", отличающиеся между собой как по геоморфологии и гидрологии, так и по интенсивности хозяйственной и рекреационной нагрузки.

В Керченском проливе вдоль западного побережья с севера на юг было заложено 7 (I-VII) гидрботанических разрезов, где пробы отбирались в августе в 1991-1994 гг. Для изучения монодоминантных фитоценозов *Zostera marina* станции были заложены на стандартных глубинах 1,0; 3,0 и 5,0 м. Монодоминантные фитоценозы *Zostera noltii* изучали на глубине 0,5 м. В пункте V (южная часть Камыш-Бурунской бухты) пробы отбирались ежемесячно с мая по сентябрь на 9 станциях: 0,4 и 0,6 м глубины – чистые заросли *Z. noltii*; 0,8; 1,0 и 1,2 м – смешанные заросли *Z. noltii* и *Z. marina*; 1,4; 1,6; 3,0 и 5,0 м – чистые заросли *Z. marina*. В интервале 0,4–1,6 м станции закладывались с приращением глубины 0,2 м через 8–9 м друг от друга. Далее, в связи с медленным нарастанием глубины, станции расположены приблизительно через 50 м.

В акватории заповедника "Мыс Мартыян" преобладающие до 5–6 м глубины твёрдые грунты препятствуют развитию высшей водной растительности, в связи с чем станции были заложены на глубинах 6,0 и 8,0 м. В 1990-1993 гг. пробы отбирались в августе, а в 1994 г. – ежемесячно с мая по сентябрь. Во всех случаях для точного определения местоположения станции применялся метод пересечения двух створов (Каманин, Лаврентьев, Скубко, 1986).

Количественный учёт макрофитобентоса проводили методом учётных площадок. На каждой станции в 4-х кратной повторности закладывали раму размером 25x25 см. Учитывали биомассу и численность вегетативных и генеративных побегов zostеры, а также

биомассу сопутствующих видов водорослей. Для видов азостеры отдельно определяли биомассу подземной и надземной (побеги, опад) частей. Для изучения морфологических особенностей у вегетативных побегов определяли общую длину, длину (от верхнего конца влагалища) и ширину листовой пластинки. У перелативных побегов в отдельных случаях (при описании сезонных изменений) определяли общую длину и ширину кроющего листа соцветия. Всего за период проведения исследований собрано и обработано 373 количественные и 466 качественных проб. Морфологические особенности изучены на 2880 вегетативных побегах *Z. marina* и 1846 *Z. noltii*.

При определении видового состава альгофлоры фитоценозов для водорослей отмечался тип субстрата, в том числе учитывались случаи эпифитизма на различных органах азостеры. Перед взвешиванием поверхность макрофитов обсушивалась фильтровальной бумагой (сырой вес). Результаты взвешивания макрофитов и численность побегов азостеры пересчитывались на 1 м². При математической обработке применяли общепринятые математические методы (Рокитский, 1967; Грейг-Смит, 1967; Василенич, 1969; Доспехов, 1985).

Сампльность водорослей дана в соответствии со шкалой любезно предоставленной А.А.Калугиной-Гутник И.И.Маслоу.

При проведении экологического анализа по эколого-флористическим группам водорослей-макрофитов была видоизменена и дополнена общепринятая методика (Калугина-Гутник, 1975). Наряду с анализом по общему (списочному) числу видов впервые был применён оригинальный анализ по среднему числу видов в данном районе моря или за данный период. Как правило, тенденции изменения параметров при обобщении и усреднении аналогичны. Однако, в каждом конкретном случае доля группировки от общего (списочного) числа видов может существенно не совпадать с долей от среднего числа видов. Это обусловлено тем, что видовой состав фитоценозов изменяется, при том тем существеннее, чем больше градиент изменения значений экофакторов в направлении обобщения (например, свето-температурных условий с увеличением глубины). Если, например, у олигосамплов с глубиной видовой состав окажется более изменчивым чем у мезо- и полисамплов, то в общем счисе видов их доля будет больше, чем на любой из станций, а значит больше, чем реально по всему разрезу. Игнорирование этого обстоятельства может привести к искажению результатов анализа. Усреднение данных по числу видов в пределах группировки позволяет отвлечься от уникальной характеристики (видовой принадлежности) входящих в неё объектов и сосредоточиться на их общем существенном в каждом конкретном случае групповом

качестве (сапробиости, теплопроводности и т.д.). Кроме того, общая характеристика биомассы водорослей за определённый период или в определённом районе предполагает усреднение частных значений параметра. Очевидно, что при нахождении функциональной зависимости между биомассой водорослей, входящих в группировку, и числом видов в этой группировке, корректнее использовать значения, полученные в результате усреднения данных по числу видов.

В работе использованы микроскоп МБИ-3 с объективами 10; 20; 40; 60; приставка АУ-12; весы "Labor". Рисунки и графики выполнены в Paintbrush и MS Graph (WinWord). Пробы макрофитобентоса отбирали самостоятельно с использованием легководолазного снаряжения.

Для определения систематической принадлежности макрофитов были использованы "Определитель зелёных, бурых и красных водорослей Южных морей СССР" (Зинова, 1967) и "Определитель высших растений Украины" (Доброчаевы, Котов, Прокудия, 1987), а также другая справочная литература (Виноградова, 1979; Виноградова, Голлербах, Зауер, Сдобнякова, 1980; Перестенко, 1980; Hartog, 1970; Phillips, 1988).

Глава IV. Фитоценозы zostеры в Керченском проливе.

В разделах IV.1.1. – IV.1.3. приводятся данные о численности, биомассе и морфологических признаках *Z. marina* и *Z. noltii* в монодоминантных фитоценозах вдоль берегов пролива.

Монодоминантные сообщества *Z. marina* начинаются с глубин 0,5–1 м (верхняя граница распространения). Численность вегетативных побегов (ВП) уменьшаются от центра р-на исследований в стороны Азовского и Чёрного морей. С увеличением глубины от 1 до 5 м повсеместно значения этого параметра также уменьшаются (х от 837 до 217 экз/м²).

Значения биомассы ВП (рис. 1), наиболее высоки в пунктах II, IV и V, защищённых от воздействия господствующих северо-восточных ветров. Это обусловлено образованием в данных местах наиболее крупных побегов. Как правило, с изменением глубины от 1 до 3 м наблюдается увеличение значений биомассы ВП, причём исключительно за счёт увеличения их размеров. Дальнейшее продвижение в глубину сопровождается уменьшением биомассы. С 1991 по 1994 г. практически на всех станциях в той или иной мере отмечена тенденция к снижению биомассы ВП. Вдоль нижней границы распространения (5 м) этот процесс наиболее выражен, что обусловлено

Динамика биомассы ($г/м^2$) и численности ($экз/м^2$), длины (см) и ширины листа (мм) вегетативных побегов *Zostera marina* в фитоценозах Керченского пролива

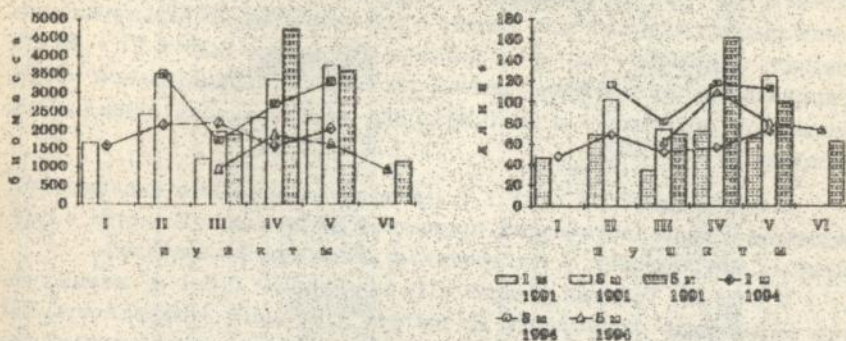


Рис. 1

одновременным уменьшением и численности, и размеров ВП. При этом здесь существенно уменьшилась общая площадь зарослей. Очевидно, негативные изменения обусловлены уменьшением прозрачности вод, что особенно сказывается на глубине.

Численность и биомасса генеративных побегов (ГП) в момент сбора проб незначительны. Биомасса онада в большинстве пунктов наиболее велика на глубине 3 м.

С увеличением глубины от 1 до 3 м длина ВП возрастает, дальнейший рост глубины до 5 м приводит, как правило, к её уменьшению (см. рис. 1). Ширина листа (x от 3,71 до 6,14 мм), в 1991 г. возрасшая на всём спектре глубин, в 1994 г. данную тенденцию сохранила лишь в пункте V, в других увеличение глубины от 3 до 5 м сопровождается её снижением. За этот период в большинстве пунктов на глубине 1 м отмечено уменьшение ширины листа. Длина ВП не изменилась или слабо возросла. На глубине 3 м в северной части района исследовший значения обоих параметров слабо возросли. В южной части изменения в основном несут незначительный характер. Вдоль нижней границы распространения зарослей значения длины ВП и ширины его листа снижаются в большинстве пунктов.

Монодоминантные фитоценозы *Z. noltii* в проливе встречаются практически повсеместно на глубинах 0,2-1 м между зоной прибой и располагающимися моретее зарослями зостеры морской. При отсутствии последней *Z. noltii* может произрастать до 3-4 м глубины.

Сплошной полосы заросли не образуют. Максимальные значения морфометрических показателей и всех компонентов биомассы отмечены в средней части р-на исследований. Биомасса VII колеблется в пределах 827-975 г/м² причём значительной разницы между открытыми и защищёнными районами нет. Вместе с тем существенно варьируют численность (3150-5054 экз/м²) и размеры VII (длина побега 27 - 36 см, ширина листа 1,1-1,67 мм), связанные сильной отрицательной корреляционной зависимостью ($r = -0,83 \pm 0,32$), определяющей стабильность биомассы.

В разделах IV.1.3. - IV.1.4. приводятся данные о численности, биомассе и морфологических признаках *Z. marina* и *Z. noltii* в смешанных фитоценозах, в т.ч. сезонная динамика показателей.

В р-не оз. Тобечик (разрез VII) на глубине 0,5-1 м очень густые смешанные фитоценозы *Z. marina* и *Z. noltii* (численность VII 1450 и 833 экз/м² соответственно), зажимающие своеобразные небольшие "микрорлато", приподнятые над поверхностью дна на несколько сантиметров, представляют собой фрагменты разрушающихся зарослей. Освободившееся пространство занимает чистыми сообществами *Z. noltii*, в которых побеги значительно крупнее (длина 23,3 см), чем на "микрорлато" (длина 16,9 см). Заросли простираются вплоть до глубины около 3-4 м, при этом численность VI и VII в них изменяется слабо (600-875 экз/м²), однако ощутимое увеличение размеров побегов с глубиной (до 26,1 см) вызывает соответственный рост биомассы. В литературе отмечены аналогичные случаи, когда на месте деградировавших зарослей *Z. marina* и других трав быстро развивается *Z. noltii* (Морозова-Водяницкая, 1938, 1939; Zaysonic, Jaklon, 1990).

Южная часть мелководной Камыш-Вурунской бухты хорошо защищена от влияния господствующих ветров одноимённой косой. Здесь вблизи берега находится зона монодоминантных сообществ *Z. noltii* (0,4-0,6 м глубины). Монодоминантные сообщества *Z. marina* расположены мористее (1,4-5,0 м). Между ними лежит зона смешанных зарослей обоих видов (0,8-1,2 м).

С мая по сентябрь биомасса и численность VI *Z. noltii* достаточно плавно возрастают (рис. 2). Наиболее высокие значения отмечаются в чистых зарослях на глубине 0,6 м (523-1048 г/м²), при переходе в смешанные заросли значения параметра уменьшаются очень резко (минимум на глубине 1,2 м).

С мая по июль наиболее крупные широколистные VII и VIII ре-

Динамика биомассы ($\text{г}/\text{м}^2$) и длины листа (см) вегетативных побегов *Zostera noltii* и *Z. marina* в фитоценозах Камыш-Бурунской бухты (май-сентябрь 1994 г.)

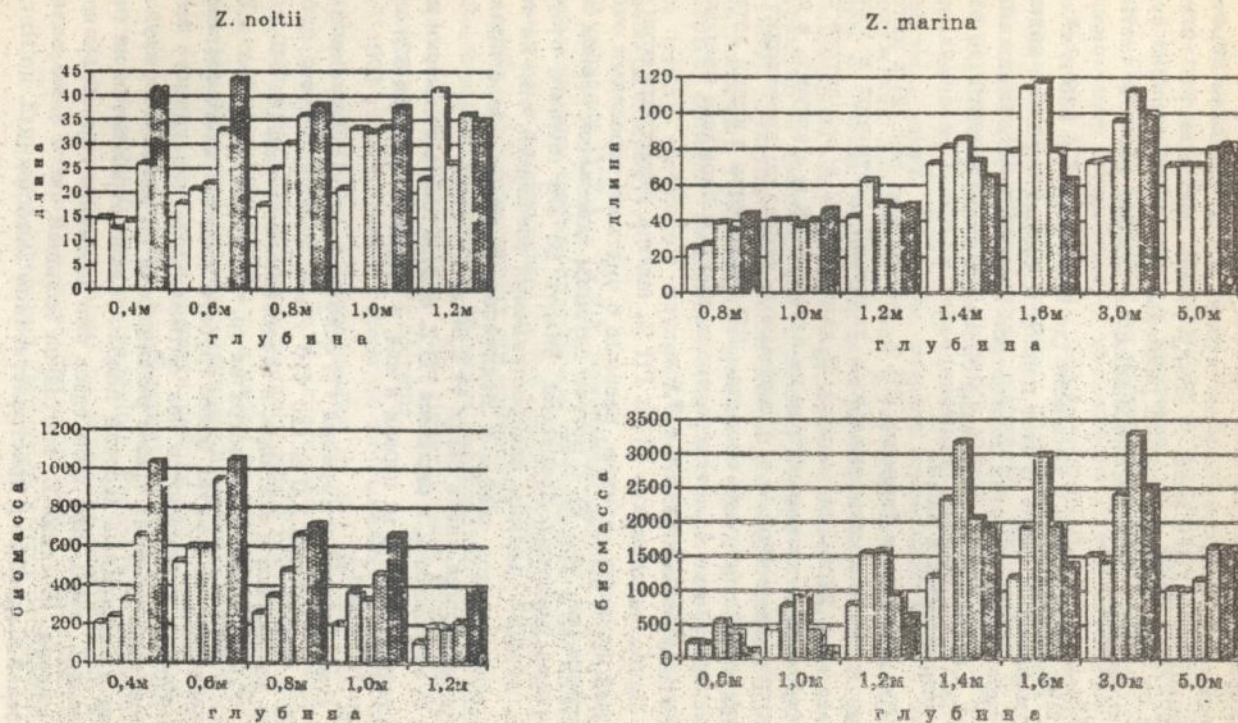


Рис.2

□ май ▨ июл ▩ июл ▪ авг ▫ сен

густрировались в смешанных зарослях (см. рис. 2). При этом в чистых зарослях, в особенности на глубине 0,4 м, ГП были короче чем в смешанных в 1,6–2 раза. К концу сезона складывается ситуация, когда на всем спектре глубин размеры ВП в значительной степени выравниваются, за счет опережающих темпов роста в чистых зарослях.

Пик численности и биомассы (до 2887 экз/м² и 375 г/м² соотв.) ГП отмечается в июне. В этот период в чистых зарослях вблизи зоны прибой значения этих параметров меньше, чем в смешанных зарослях. Самые высокие значения биомассы опад *Z. noltii* (до 51 г/м²) зарегистрированы в июне.

Численность и биомасса ВП *Z. marina* (см. рис. 2) в интервале глубин 0,8–1,6 м максимальных значений достигают в июле (до 600 экз/м² и 3200 г/м² соотв.). В дальнейшем в результате снижения значений этих параметров на глубине 0,8 м с августа, а на глубине 1,0 м с сентября, т.е. в смешанных зарослях, происходит смена доминанта. Глубже пик биомассы ВП отмечается в конце лета – начале осени. С мая по сентябрь численность и биомасса наиболее высоки в интервале глубин 1,4–3,0 м.

Наиболее короткие ВП и ГП *Z. marina* регистрируются в смешанных зарослях, причём, разница с чистыми зарослями очень существенна (см. рис. 2). С ростом глубины сдвигается период летнего угнетения ростовых процессов, вплоть до его полного отсутствия вдоль нижней границы распространения сообщества, т.к. на глубине вода прогревается слабее и медленнее. В целом аналогично изменяется и ширина листа ВП (x от 2,88 до 5,88 мм).

И численность, и биомасса ГП *Z. marina* наиболее высоки в интервале глубин 1,4–1,6 м: первая в мае, а вторая в июне (до 820 экз/м² и 101 экз/м² соотв.).

В результате отмирания ГП основная масса опад скапливается в июле на глубине 3,0 м (до 416 г/м²). Значения этого параметра вновь возрастают в сентябре, в следствие листопада (до 340 г/м²).

Таким образом, несмотря на то, что в чистых зарослях *Z. noltii* произрастает на грунтах более грубого механического состава, которые обычно указываются как оптимальные для данного вида, а в смешанных зарослях травы развиваются на заиленных грунтах, переход в смешанные заросли положительно отражается на размерах побегов *Z. noltii*, при этом здесь они наименее вариабельны в течение сезона. Влияние *Z. marina* на большей части зоны смешанных зарослей выражено в пространственном замещении *Z. noltii* с ростом

глубины и, как следствие, уменьшения численности и биомассы *Z. noltii* в этом направлении. В то же время у побегов *Z. marina* с уменьшением глубины при переходе в смешанные заросли снижаются не только численность и биомасса, но и резко уменьшаются размеры. Подобная динамика не может быть обусловлена адаптацией к изменению освещенности: уменьшение её при увеличении глубины от 0,4 до 1,2 м в данном случае несущественно. Полюсное распределение зарослей и изменение размеров побегов двух видов zostеры с глубиной определяются различным отношением *Z. marina* и *Z. noltii* к усилению гидродинамики вблизи берега и межвидовым взаимодействием. Высокая гидродинамика препятствует продвижению zostеры вверх, в первую очередь широколистной *Z. marina*. При снижении подвижности вод с увеличением глубины крупные размеры *Z. marina*, напротив, дают ей несомненное преимущество: даже незначительная разница в размерах листьев определяет исход конкуренции за пространство (Механизмы биологической конкуренции, 1969). В результате узколистная *Z. noltii* доминирует в наиболее мелководных участках. Относительно слабое развитие системы подземных органов компенсируется прочным закоренением в грунте между частями крупных фракций, характерными для прибрежной полосы.

В разделах IV.2.1. – IV.2.2. приводятся данные о качественном и количественном составе альгофлоры фитоценозов и его изменении во времени и в пространстве; даётся эколого-флористический анализ параметров, характеризующих эти изменения.

Всего зарегистрировано 78 видов водорослей: Chlorophyta – 30, Rhaeophyta – 12, Rhodophyta – 36. Подавляющее большинство развивается эпифитно на листьях zostеры.

В 1991 г. в пролине с севера на юг выявлено изменение соотношения долей олиго- и мезосапробов от 6+1 до 1+4 (по общему числу видов) и увеличению доли коротковегетирующих видов, что явилось следствием ухудшения экологической обстановки в данном направлении (рис. 3). К 1994 г. в целом по проливу ситуация улучшилась. Наиболее заметные позитивные изменения обнаруживаются в самой загрязнённой южной части района исследований: увеличились доли олигосапробных многолетних видов. В северной части наметилась противоположная тенденция. Результаты хорошо согласуются с многолетними данными по динамике поступления контролируемых стоковых вод в акваторию пролива. Достаточно упомянуть, что по данным Керченской ГМС объём стоков расположенного

Составление эколого-флористических группировок в альгофлоре
фитоценозов zostеры в Керченском проливе

Сапробиологический состав



Рис. 3

в нижней части района исследований Камыш-Бурунского железо-рудного комбината (основного источника поступления различного рода полистантов в акваторию пролива) с 1990 по 1994 г. сократился почти в три раза. С ростом глубины повсеместно увеличиваются доля олигосапробных тепловодных видов. Наиболее тепловодная флора в средней части пролива.

Весенний пик числа видов прослеживается на всех станциях, осенний наиболее выражен в чистых зарослях *Z. noltii*. Между биомассой VII zostеры (x) и биомассой водорослей (y) выявлено наличие тесной положительной корреляционной зависимости (r 0,65-0,89). В смешанных фитоценозах сила связи наиболее высока, если учитывается только биомасса вида zostеры, доминирующего по длине побегов (в нашем случае это *Z. marina*). Суммирование биомассы VII

обоих видов трав существенно снижает силу связи, т.к. обрастающим эпифитами наиболее подвержены дистальные концы листьев самых длинных растений. Т.е., величина биомассы водорослей-эпифитов лимитируется степенью развития побегов морских трав как субстрата. Несмотря на то, что на отдельных глубинах наблюдаются частные особенности сезонной динамики биомассы и числа видов, в целом по разрезу просматривается общая закономерность, характерная для морских водорослей, выражающаяся в наличии весеннего и более слабого осеннего максимумов.

Смещение максимумов в распределении биомассы и числа видов отдельных систематических групп в сторону берега при сохранении их последовательности с увеличением глубины (*Chlorophyta* → *Phaeophyta* → *Rhodophyta*) свидетельствует о низкой прозрачности вод. Зелёные водоросли по биомассе доминируют в июле, в то время, как в видовом разнообразии доля их в этот момент минимальна. Для красных водорослей картина практически обратная: в середине лета максимум в видовом разнообразии при минимуме биомассы. Бурые водоросли в июле характеризуются минимальными значениями всех параметров. При этом часто они вообще не представлены в сообществах.

Летом у олигосапробов по числу видов прослеживается максимум, а по биомассе минимум. Для мезосапробов картина противоположная: летом отмечен максимум в сложении биомассы водорослей при минимальной доле в видовом разнообразии. Полисапробов по всем параметрам более всего летом. В пространстве (и по вертикали и по горизонтали) для сапробиологических группировок доля в сложении видового разнообразия связана с долей от общей биомассы водорослей прямой положительной корреляцией. Сила связи убывает от олиго- ($r = 0,83 - 0,84$ при $P = 0,05$) к мезо- и полисапробам. Во времени прослежена иная зависимость: у полисапробов выявлена слабая прямая положительная корреляция, у двух других групп — отрицательная. Сила связи при этом наиболее высока у олигосапробов ($r = -0,69$). К середине лета верхняя граница зоны, характеризующейся доминированием олигосапробных тепловодных и большой долей многолетних видов, смещается из области больших глубин в сторону берега, охватывая практически весь спектр глубин. К сентябрю происходит обратный процесс.

Для Прикерченского флористического р-на впервые отмечены 30 видов водорослей-макрофитов: *Ullothrix fiacca* (Dillw.) Thur., *Chaetoptera bisiformes* (Roth) Ag., *Uivella lens* (Crouan) Crouan, *Pring-*

heimiella scutata (Reinke) Marschew., Entocladia viridis Reinke, E. perforans (Huber.) Levr., Blidingia minima (Näg.) Kūlin, Enteromorpha prolifera (O. Müll.) J. Ag., E. ahneriana Bliding, E. flexuosa (Wulf.) J. Ag, Chaetomorpha capillaris (Kütz.) Börg., Ch. gracilis Kütz., Cladophora coelothrix Kütz., C. vadorum (Aresch.) Kütz., Bryopsis hypnoides Lamour., Pylaiella littoralis (L.) Kjellm., Entonema oligosporum (Strömf.) Kylin, Myrionema seriatum (Reinke) Kylin, Ascocylus magnusii Sauv., Goniotrichum elegans (Chauv.) Zanard., Erythrocladia subintegra Rosenv., Kylinia batterisiana (Hammel) Kylin, Acrochaetium thuretii (Born) Coll. et Herv., A. daviesii (Dillw.) Næg, A. savianum (Menegh.) Næg, Rhodohorton velutinum (Hauck) Hamel, Epilithon membranaceum (Esp.) Heidr., Polysiphonia sanguinea (Ag.) Zanard., P. brodiaei (Dillw.) Grev., P. nigrescens (Dillw.) Grev..

Глава V. Зостеровые фитоценозы у Южного берега Крыма.

В разделах V.1.1. – V.1.2. приводятся данные о численности, биомассе и морфологических признаках *Z. marina* и *Z. noltii* в монодоминантных и смешанных фитоценозах у ЮБК.

В пределах заповедника “Мыс Мартьян” сообщества развиваются на больших глубинах. В 1990 г. заросли представляли собой достаточно обширные участки растительности практически без промежутков. *Z. marina* и *Z. noltii* образовывали смешанные фитоценозы. Увеличение глубины от 6 до 8 м сопровождалось изменением соотношения численности и биомассы видов в пользу *Z. noltii*, при сохранении доминирования *Z. marina*. Сильнейший ураган, пронёсшийся над ЮБК 14-15 ноября 1992 г. (скорость ветра превышала 50 м/с), оказал мощное негативное воздействие на прибрежные морские экосистемы, местами изменял подводный микрорельеф. На глубине 8 м в фитоценозах зостеры изменилось соотношение компонентов, сократилась общая площадь зарослей. На глубине 6 м сообщества были полностью уничтожены и к 1994 г. не восстановились. На глубине 8,0 м к этому времени значительно уменьшилась площадь участков дна, лишённых растительного покрова, в первую очередь за счёт восстановления зарослей *Z. noltii*, наиболее пострадавшей от урагана. Особенно активно процесс происходил по периферии сохранившихся участков зарослей в сторону опустошённого пространства. В результате образовались преимущественно чистые сообщества двух видов зостеры.

Морфологические показатели III зостеры в районе заповедника на глубине 8,0 м из года в год отличает стабильность: у *Z. marina*

длина побега составляет около 33 см, ширина листа 4,10–4,20 мм; у *Z. noltii* это 31 см и 1,76–1,80 мм соответственно (август). Это обусловлено относительным постоянством условий среды на глубине (Константинов, 1986). Однако очевидно, что количественное соотношение и взаимораспределение видов зоостеры в данном районе претерпевают определённые изменения.

Биомасса VII *Z. noltii* и *Z. marina* возрастает с мая по сентябрь. Это обусловлено для *Z. noltii* непрерывным и достаточно плавным увеличением их размеров и численности. Для *Z. marina* при увеличении размеров наблюдается заметное снижение численности уже с июля. Численность VII *Z. marina* максимальна в мае, а биомасса в июне; в августе они уже не регистрируются. У *Z. noltii* VII отмечены с июня, максимум их развития приходится на июль, в зарослях они обнаруживаются вплоть до сентября включительно.

Таким образом, у ЮБК на значительной глубине в развитии зоостеры отсутствует сколь-нибудь заметный летний минимум. При этом, развитие и пик вегетации VII у *Z. noltii* сдвинуты на более поздние сроки, чем у *Z. marina*. У обоих видов развитие и пик вегетации VII отмечены позднее, чем это следует из литературных источников.

В разделах V.2.1. – V.2.2. приводятся данные о качественном и количественном составе альгофлоры фитоценозов и его изменении во времени; дается эколого-флористический анализ параметров, характеризующих эти изменения.

Всего в акватории заповедника “Мыс Мартьян” обнаружено 67 видов водорослей (*Chlorophyta* – 18, *Phaeophyta* – 12, *Rhodophyta* – 37). В 1990 г. на глубине 8 м доминировали олигосапробы: до 64 % от общего числа видов и 77 % по биомассе. Доля многолетних видов, подавляющее большинство которых относится к олигосапробам, достигала 30–31 %. В результате экстремального воздействия урагана она снизилась до 8 %. Как следствие, доля олигосапробов уменьшилась до 36 % от общего числа видов и до 12 % по биомассе. К 1994 г. соотношение эколого-флористических групп восстановилось до уровня 1990 г.

Осенний максимум, регистрируемый в сообществах *Z. noltii*, в сообществах *Z. marina* не прослеживается. При этом, если в сообществах *Z. marina* число видов, как правило, больше, чем в сообществах *Z. noltii*, то в последних средняя за сезон биомасса превышает таковую в первых почти в два раза. Относительные значения и

динамика всех показателей для сообществ *Z. marina* и *Z. noltii* очень близка.

Флуктуация систематического состава с мая по сентябрь незначительна, доминируют красные водоросли. По биомассе с мая по июль доминируют бурые водоросли, с августа по сентябрь — красные. Зелёных более всего в июне, когда для красных отмечен минимум. В этот период и по биомассе, и по числу видов доминируют представители мезосапробной группировки. Для олигосапробов, напротив по всем параметрам регистрируется минимум. К сентябрю доля этой группировки в сложении биомассы водорослей возрастает до 96%. В среднем по биомассе доминируют мезосапробы, а по числу видов — олигосапробы. Наблюдаемое в сообществах в июне массовое накопление неприкрепленных *Enteromorpha confervoides* и *Cladophora albida* (оба вида мезосапробы) свидетельствует, что соотношение биомасс сапробиологических группировок в этот период не всегда адекватно отражает реальную экологическую ситуацию.

Для флористического р-на Южный берег Крыма впервые указаны два вида водорослей: *Pilinia rimosa* Kütz., *Awoocylus magnusii* Sauv.

Глава VI. Сравнительная характеристика zostеровых фитоценозов Керченского пролива и Южного берега Крыма.

Экологические условия в исследованных р-нах по ряду параметров различаются, что определяет разницу в составе и структуре сообществ. Однако, в обоих случаях мы имеем дело с совместным произрастанием *Z. marina* и *Z. noltii*. В условиях пролива поясное распределение зарослей двух видов zostеры определяется различным отношением их к усилению гидродинамики вблизи берега и межвидовым взаимодействием. На ЮБК удалённость от прибойной зоны обусловила мозаичное распределение фитоценозов *Z. marina* и *Z. noltii*. На значительной глубине подвижность вод невелика, а в субстрате преобладают мелкозернистые фракции и закоряживание непрочно. При экстремальном повышении гидродинамики (как в случае с ураганом) на первый план выступает степень развития системы подземных органов: несмотря на сильное повреждение надземной части, в грунте остаётся достаточно вегетативных зачатков для восстановления численности вида.

С мая по сентябрь для обоих видов характерна положительная динамика биомассы вегетативных побегов, однако численность на протяжении этого периода возрастает у *Z. noltii*, в то время как максимум численности *Z. marina* отмечен в середине лета, после че-

го происходит её спад. В смешанных зарослях пролива это определяет смену доминанта. Во всех случаях длина листа изменяется аналогично длине ВП. Отношение значений этих двух величин стабильно и колеблется у *Z. marina* в пределах 0,74–0,79, а у *Z. poltii* – в пределах 0,79–0,85. Как в пространстве, так и во времени ход изменений биомассы подземных органов в целом совпадает с таковыми надземных. Относительная ширина листа у *Z. marina* и *Z. poltii* в р-не ЮБК заметно превышает таковую у побегов из пролива. Отсутствие периода летнего угнетения ростовых процессов зостеры на глубине наблюдается в обоих случаях. При этом более позднее наступление пика вегетации *Z. poltii* по отношению к *Z. marina* сохраняется и на больших глубинах.

В зостеровых сообществах ЮБК относительно большие количество видов и биомасса водорослей сопоставимы с таковыми в самой верхней части спектра глубин пролива. Коэффициент обидности видов Жаккара для этих районов равен 37,3 %. В обоих случаях как по числу видов, так и по биомассе доминируют представители родов *Enteromorpha*, *Cladophora*, *Chaetomorpha*, *Polysiphonia* и *Ceramium*. Главенство по всем параметрам принадлежит красным водорослям. За ними следуют зелёные. Однако на ЮБК роль бурных водорослей значительно выше, чем в проливе. В условиях пролива по числу видов и биомассе доминируют мезосапробы; на больших глубинах, как и на ЮБК, по числу видов преобладают олигосапробные виды, велика доля многолетников. При сравнительно одинаковой доле космополитных видов, на ЮБК отмечены эндемики, не регистрируемые в проливе. Это *Pseudovella nudsonii* Rochl., *Epicladia pontica* Rochl., *Enteromorpha maecotica* Pr.-Lavr. и *Polysiphonia denudata* (Ag.) Zanard. f. *fragilis* (Sperk) Woronich.. Интересно, что в обоих районах в начале осени альгофлора более холодноводна, чем в конце весны – начале лета, хотя в среднем температура воды в сентябре выше июньской и, тем более, майской. Это, а также изменение тепловодности флоры с ростом глубины, указывает, что соотношение тепло- и холодноводного комплексов определяется не только средними температурами, но и, скорее всего, их амплитудами. Тепловодные виды в этом случае тяготеют к более стабильным условиям. Максимум многолетних видов в обоих случаях отмечен летом.

Большая часть водорослей развивается эпифитно на листьях зостеры. Процент их в условиях ЮБК значительно выше, чем в проливе (78 и 55 % соотв.). Та же картина наблюдается и для видов, поселяющихся на других водорослях (эпифиты второго порядка).

Это подтверждает наличие тенденции перехода водорослей к эпифитизму с ростом глубины. Однако на обнажающихся из грунта корневищах и корнях эпифитов больше в проливе (40 и 19 % соотв.), чем на ЮБК (22 и 8 % соотв.).

При проведении экологического анализа по эколого-флористическим группам водорослей в условиях пролива обобщаются данные по различным глубинам, значительно отличающимся интенсивностью ряда факторов, в первую очередь свето-температурными условиями, что сопровождается существенными изменениями в систематическом составе альгофлоры. В глубоководных сообществах ЮБК условия среды достаточно однородны. Поэтому, на ЮБК значения долей эколого-флористических группировок водорослей от общего и среднего числа видов гораздо ближе друг к другу, чем в проливе.

И в проливе и на ЮБК весенний пик биомассы водорослей четко выражен и в фитоценозах *Z. noltii*, и в фитоценозах *Z. marina*. Осенний пик в последних гораздо ниже или вовсе отсутствует. Это связано с тем, что для *Z. marina* характерна значительная убыль численности вегетативных побегов начиная с середины лета.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что в Керченском проливе монодоминантные сообщества *Z. marina* наиболее развиты в защищенных от воздействия господствующих ветров местах на глубинах 1,5-3 м, где максимальны биомасса и размеры побегов. Увеличение глубины до нижней границы распространения сообществ (5 м), характеризуется уменьшением значений этих параметров. За период наблюдений здесь отмечалась деградация зарослей. Монодоминантные сообщества *Z. noltii* достигают максимального развития в средней части пролива, при этом зависимости от степени защищенности р-на не прослеживается. У ЮБК зостаровые сообщества, в силу ряда физико-географических особенностей региона развивающиеся в области больших глубин, находятся в стадии изменений, вызванных экстремальным воздействием урагана.

2. Обнаружено, что в зоне максимального развития сообщества *Z. marina* пик развития вегетативных побегов приходится на июль, генеративных - на май. Пик развития вегетативных побегов *Z. noltii* приходится на август - сентябрь, генеративных - на июнь. Увеличение глубины характеризуется смещением периода летнего угнетения вегетации на более поздние сроки, вплоть до его отсут-

ствия вдоль нижней границы распространения сообществ. При этом более позднее достижение пика вегетации для *Z. noltii* по отношению к таковому у *Z. marina* в целом сохраняется.

3. Показано, что вертикальное распределение зарослей *Z. marina* и *Z. noltii* при совместном произрастании определяется различной восприимчивостью видов к гидродинамическим условиям и межвидовым взаимовлиянием. Обнаружено, что в смешанных зарослях обоих видов в течение периода наблюдений (с мая по сентябрь) наблюдается смена доминанта.

4. Выявлен видовой состав альгофлоры zostеровых фитоценозов. В акватории Керченского пролива обнаружено 78 видов водорослей-макрофитов (Chlorophyta - 30, Phaeophyta - 12, Rhodophyta - 36), из них 30 впервые указаны для Прикерченского флористического р-на. В акватории заповедника "Мыс Мартыан" обнаружено 67 видов водорослей (Chlorophyta - 18, Phaeophyta - 12, Rhodophyta - 37), из них два впервые указаны для флористического р-на Южный берег Крыма.

5. Подтверждено, что основная масса водорослей развивается эпифитно на листьях трав. Биомасса эпифитов лимитируется степенью развития побегов морских трав как субстрата. Впервые описано поселение водорослей-эпифитов на обнажающихся из грунта корнях и корневищах zostеры.

6. Между долей сапробиологической группировки в сложении видового разнообразия и её долей от биомассы водорослевой растительности в пространстве выявлена положительная корреляционная зависимость, сила которой убывает от олиго- к мезо- и полисапробам. Анализ процессов, происходящих во времени, обнаруживает между данными параметрами отрицательную связь, сила которой значительно убывает от олиго- к мезосапробам, вплоть до слабой положительной зависимости у полисапробов. При проведении экологического анализа по эколого-флористическим группам водорослей показана целесообразность применения анализа по среднему числу видов, наряду с общепринятыми методами.

7. В результате анализа качественного и количественного состава альгофлоры показано улучшение экологической ситуации в акватории Керченского пролива, особенно в наиболее загрязнённой Камыш-Бурунской бухте. Установлено, что изменения в составе альгофлоры фитоценозов у ЮБК, вызванные ураганом, носили флуктуационный характер.

8. Выявлено, что на глубине доминируют олигосапробные, т.е.

ловодыне, преимущественно многолетние виды водорослей. Описана сезонность сезонного смещения верхней границы этой зоны в сторону берега.

Список работ, опубликованных по теме диссертации:

1. Маслов И.И., Садогурский С.Е. Видовой состав фитоценозов *Zostera marina* L. в Керченском проливе Чёрного моря. Доп. в ОНН НЧНЭЦ "Верас" и ИЗ АН Беларуси, 31.08.1992.14.10, №111. – 11 с.
2. Садогурский С.Е. Зостеровые фитоценозы в Керченском проливе (Чёрное море) // Актуальные вопросы Азово-Черноморского региона и Средиземноморья. Тр. науч. конф. – Симферополь, 1993. – С. 199-203.
3. Маслов И.И., Садогурский С.Е. Фитоценозы зостеры у Южного берега Крыма // Междунар. конф. молодых учёных: Тез. докл. (24-28 октября, 1994 г., Ялта). – Ялта, 1994. – С. 81.
4. Садогурский С.Е. Современное состояние зостеровых фитоценозов в акватории заповедника "Мыс Мартьян" // Ботанические сады – центры сохранения биологического разнообразия мировой флоры: Тез. докл. осенн. бот. садов Украины (13-16 июня 1995 г., Ялта). – Ялта, 1995. – С. 184-185.
5. Молчанов Е.Ф., Маслов И.И., Садогурский С.Е. Фитоценозы зостеры малой в Керченском проливе Чёрного моря // Междунар. конф. молодых учёных: Тез. докл. (25-27 сентября, 1995 г. Крым. Ялта). – Ялта, 1995. – С. 137.
6. Садогурский С.Е. К изучению зостеровых фитоценозов Керченского пролива // Междунар. конф. молодых учёных: Тез. докл. (25-27 сентября, 1995 г. Крым. Ялта). – Ялта, 1995. – С. 139.

ЭКОЛОГО ФЛЮРИСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ФИТОЦЕНОЗОВ МОРСКИХ ТРАВ У БЕРЕГОВ КРЫМА

САДОГУРСКИЙ СЕРГЕЙ ЕФИМОВИЧ

А в т о р е ф е р а т
диссертация на соискание учёной степени
кандидата биологических наук

Подписано к печати 13. 05. 1998 г.
Тираж 100 экз.

Формат 84 x 108 1/32
Заказ № 3282

Печатный цех Никитского ботанического сада

436824

AB 35.020