

**ТРУДЫ  
КАРАДАГСКОЙ  
НАУЧНОЙ СТАНЦИИ  
ИМ. Т.И. ВЯЗЕМСКОГО –  
ПРИРОДНОГО  
ЗАПОВЕДНИКА РАН**

**Выпуск 1(17)**

**2021**

УДК 06 (477.75)

**Главный редактор:** Р. В. Горбунов, канд. геогр. наук  
**Заместитель главного редактора:** В. И. Мальцев, канд. биол. наук  
**Технические редакторы:** Т. Ю. Горбунова, канд. геогр. наук, О. А. Миронюк

### **РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

П. Н. Баранов, д-р геол.-минерал. наук,  
д-р геол. наук  
М. М. Бескаравайный, канд. биол. наук  
В. А. Боков, д-р геогр. наук  
Ю. И. Будашкин, канд. биол. наук  
Б. А. Вахрушев, д-р геогр. наук  
Ю. В. Глибин  
Н. А. Давидович, д-р биол. наук  
А. В. Ена, д-р биол. наук  
Е. И. Ергина, д-р геогр. наук  
С. П. Иванов, д-р биол. наук  
В. В. Майко, д-р ист. наук  
В. А. Миноранский, д-р с.-х. наук  
Е. Л. Неврова, д-р биол. наук

Э. Б. Петрова, д-р ист. наук  
Ю. В. Плугатарь, чл.-корр. РАН, д-р с.-х. наук  
Е. А. Позаченюк, д-р геогр. наук  
М. А. Поляков, канд. биол. наук  
В. В. Рожнов, академик РАН, д-р биол. наук  
А. А. Родионов, канд. ист. наук  
И. И. Руднева, д-р биол. наук  
Ю. А. Силкин, канд. биол. наук  
Т. Н. Смекалова, д-р ист. наук  
А. А. Солдатов, д-р биол. наук  
А. В. Фатерыга, канд. биол. наук  
В. В. Фатерыга, канд. биол. наук  
И. В. Флоринский, д-р техн. наук  
А. Л. Чепалыга, д-р геогр. наук

Все материалы, подаваемые в «Труды Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского – природного заповедника РАН», проходят двойное независимое анонимное рецензирование

### **Учредитель**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Федеральный исследовательский центр  
«Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН»  
ОГРН 1159204018478

### **Издатели**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Федеральный исследовательский центр  
«Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН»  
299011, г. Севастополь, пр. Нахимова, д. 2.

### **Адрес редакции**

299011, г. Севастополь, пр. Нахимова, д. 2.  
Телефон +7 (8692) 54-41-10  
E-mail: karadag.trudy@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Федеральный исследовательский центр  
«ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ имени А.О. КОВАЛЕВСКОГО РАН»  
КАРАДАГСКАЯ НАУЧНАЯ СТАНЦИЯ им. Т.И.ВЯЗЕМСКОГО –  
ПРИРОДНЫЙ ЗАПОВЕДНИК РАН

# ТРУДЫ КАРАДАГСКОЙ НАУЧНОЙ СТАНЦИИ им. Т.И. ВЯЗЕМСКОГО – ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА РАН

Научный журнал

---

Основан в мае 2016 г.

Периодическое издание

Выходит 4 раза в год

---

Выпуск 1(17)

2021

## СОДЕРЖАНИЕ

---

### Изучение биоразнообразия и экологический мониторинг

---

*Алёмов С. В.* Межгодовая и сезонная динамика сообществ макрозообентоса Севастопольской бухты (Чёрное море) в начале XXI века на участках с различным уровнем загрязнения ... 3–16

*Миронов О. А., Миронов О. Г., Муравьева И. П.* Содержание липидов в макрофитах разных районов прибрежной акватории Севастополя (Чёрное море) ..... 17–23

*Поспелова Н. В., Приймак А. С.* Особенности питания мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam., культивируемой в прибрежье г. Севастополя ..... 24–34

---

### Исторические, археологические и искусствоведческие исследования

---

*Горбунов Р. В.* История и современное состояние исследований функционирования и динамики региональных экосистем ..... 35–66

*Ключкина А. А.* Периодизация истории изучения защитных насаждений в Крыму на базе истории лесоводства России ..... 67–94

Federal State Budget Scientific Institution  
Federal Research Center  
«A.O. KOVALEVSKY INSTITUTE OF BIOLOGY OF THE SOUTHERN SEAS OF RAS»  
T.I. VYAZEMSKY KARADAG SCIENTIFIC STATION –  
NATURE RESERVE OF THE RAS

# PROCEEDINGS OF T.I. VYAZEMSKY KARADAG SCIENTIFIC STATION – NATURE RESERVE OF THE RAS

Scientific Journal

---

Established in May 2016

Periodical

Issued 4 times a year

---

Issue 1(17)  
2021

## CONTENT

---

**Study of biodiversity and environmental monitoring**

---

*Alyomov S. V.* **Seasonal and interannual dynamics of macrozoobenthos communities in Sevastopol Bay (the Black Sea) at the beginning of the XXI century in areas with different pollution levels** ..... 3–16

*Mironov O. A., Mironov O. G., Muraviova I. P.* **The content of lipids in macrophytes of different coastal water areas of Sevastopol (the Black Sea)** ..... 17–23

*Pospelova N. V., Priimak A. S.* **The feeding of *Mytilus galloprovincialis* Lam. cultivating in coastal waters of Sevastopol** ..... 24–34

---

**Historical, archaeological and art studies**

---

*Gorbunov R. V.* **History and current state of research on the functioning and dynamics of regional ecosystems** ..... 35–66

*Klyuchkina A. A.* **Periodization of the history of studying of the protective plants in the Crimea on the basis of the history of forestry in Russia** ..... 67–94

---

## ИЗУЧЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

---

УДК 574.587:628.19(262.5)

### МЕЖГОДОВАЯ И СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА СООБЩЕСТВ МАКРОЗООБЕНТОСА СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЫ (ЧЁРНОЕ МОРЕ) В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА НА УЧАСТКАХ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ЗАГРЯЗНЕНИЯ\*

Алёмов С. В.

ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», Севастополь,  
Российская Федерация,  
e-mail: [alyomov\\_sv@ibss-ras.ru](mailto:alyomov_sv@ibss-ras.ru)

В регионе с 1988 по 1991 г. отмечалась тенденция роста численности, биомассы и видового разнообразия макробентоса на большинстве участков портовых акваторий. К началу XXI века видовое разнообразие макрзообентоса возросло в 1,5–2 раза, а средняя численность — почти в 7 раз в сравнении с 80-ми годами XX века. С 2002 по 2005 г. проведены посезонные исследования количественных характеристик и разнообразия макрзообентоса. За весь период исследований в составе макрзообентоса бухты выявлено 109 видов донных животных. За период с октября 2002 г. по июль 2003 г. в составе макробентоса обнаружено 68 таксонов донных животных, с октября 2003 г. по июль 2004 г. и с октября 2004 г. по июль 2005 г. — по 65 таксонов. Основные характеристики бентоса демонстрируют тенденцию к снижению при росте нефтяного загрязнения донных отложений. По показателям загрязнённости донных отложений и видовому составу биоценозов в акватории бухты выделено 3 региона: 1 — устье бухты и выход из неё, 2 — вершина бухты, 3 — центральная часть бухты.

**Ключевые слова:** макрзообентос, видовое разнообразие, численность, биомасса, сезонная динамика, Чёрное море

### Введение

Проблема нефтяного загрязнения приобретает в настоящее время жизненно важное значение для сохранения и поддержания в устойчивом состоянии морских экосистем. Антропогенное воздействие на экосистему Чёрного моря наиболее интенсивно проявляется в бухтах и портовых акваториях. Для Севастопольской бухты нефтяное загрязнение является одним из преобладающих [Миронов, Кирюхина, Алёмов, 2003].

Хроническое загрязнение с береговых источников и судов, залповые выбросы в результате аварийных ситуаций приводят к накоплению загрязняющих веществ в донных осадках, что вызывает серьёзные изменения структуры и количественных характеристик бентосных сообществ, вплоть до их полной деградации [Миловидова, Кирюхина, 1985]. Последнее особенно важно для акваторий, подверженных разнообразным антропогенным воздействиям в течение длительного времени, к которым, в частности, относится Севастопольская бухта. Это определяет необходимость регулярных исследований состояния донных биоценозов.

Посезонные исследования зообентоса в Севастопольской бухте были выполнены в 1990 г. [Петров, Алёмов, 1993]. В последующем, в конце XX века, наблюдалась стабилизация загрязнённости в основных портовых акваториях. В Севастопольской и Южной бухтах концентрация хлороформ-экстрагируемых соединений и нефтяных углеводородов в донных осадках была

---

\* Работа выполнена в рамках государственного задания ФИЦ ИнБЮМ по теме «Молисмологические и биогеохимические основы гомеостаза морских экосистем», № АААА-А18-118020890090-2.



существенно ниже, чем в середине 80-х гг. XX века [Осадчая, Алёмов, Тихонова, 2011]. Акватория в районе Севастополя минимальными значениями биомассы, численности и видового разнообразия макрозообентоса характеризовалась в период с 1982 по 1985 г. [Мионов, Кирюхина, Алёмов, 2003]. С 1988 по 1991 г. отмечалась тенденция роста численности, биомассы и видового разнообразия макрозообентоса на большинстве участков портовых акваторий. К началу XXI века видовое разнообразие макрозообентоса возросло в 1,5–2 раза, а средняя численность — почти в 7 раз в сравнении с 80-ми годами XX века [Мионов, Кирюхина, Алёмов, 2003; Revkov et al., 2008].

Цель работы — исследовать сезонную и межгодовую динамику показателей обилия и видового разнообразия макрозообентоса Севастопольской бухты в условиях стабилизации уровня загрязнения и роста количественных показателей макрозообентоса в бухте в начале XXI века, охарактеризовать биоценозы макрозообентоса на участках с различным уровнем загрязнения.

### Материал и методы

В бухте Севастопольской с октября 2002 г. по июль 2005 г. посезонно (один раз в квартал — в октябре, январе, апреле и июле) проводился отбор проб макрозообентоса на семи контрольных станциях (рис. 1). По данным проб [Иванов и др., 2006], температура придонного слоя воды в бухте составляла: весной 9–12 °С, летом 12–22 °С, осенью 12–16 °С, зимой 7–9 °С. Отбор материала производили дночерпателем с площадью захвата 0,038 м<sup>2</sup>, по три раза в каждой точке, пробы промывали через сито с диаметром ячеек 1 мм и фиксировали 96%-ным этиловым спиртом. В лабораторных условиях проводили обработку фиксированного материала. Определяли видовой состав [Определитель фауны ..., 1972], численность и сырой вес организмов макрозообентоса (фиксированных) [СТП ИМБИ ..., 2019]. Организмы макрофауны определяли на уровне видов. Взвешивание двустворчатых моллюсков проводили после их вскрытия и удаления фиксирующего раствора из мантийной полости [СТП ИМБИ ..., 2019].

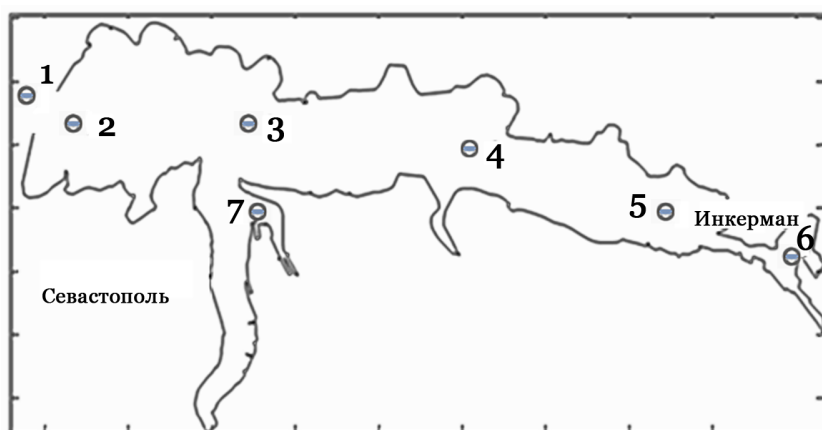


Рис. 1. Схема распределения станций отбора проб макрозообентоса в Севастопольской бухте

Расчёт значений индекса разнообразия Шеннона ( $H'$ ) и индекса выровненности Пиелу ( $J'$ ) выполняли в приложении Diverse пакета PRIMER-5. Обработка данных выполнена в пакете PRIMER (программы Cluster, MDS) [Clarke, Gorley, 2001]. В качестве меры сходства станций использована статистика Брэя — Кёртиса. Оценка внутрикомплексного сходства, а также определение вклада отдельных видов в это сходство проводились по значениям коэффициента Брэя — Кёртиса в программе SIMPER [Clarke, 1993] пакета PRIMER.

Во время отбора проб макрозообентоса на всех станциях дополнительно отбирали одну дночерпательную пробу для определения физико-химических характеристик донных отложений (табл. 1): натуральной влажности, Eh, pH, концентрации хлороформ-экстрагируемых веществ (ХЭВ) [Кирюхина, Миронов, 2004], нефтяных углеводородов (НУ) [РД 52.10.556-95, 1996].

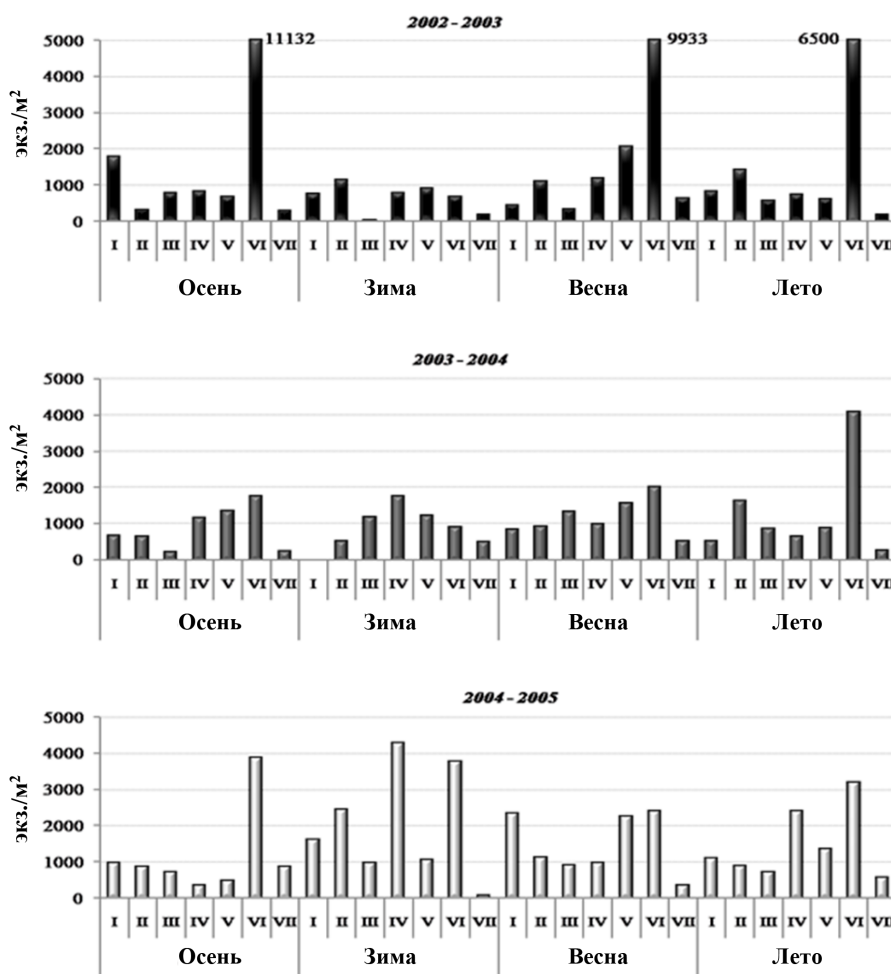
Таблица 1

Физико-химическая характеристика донных отложений в районе отбора проб макрозообентоса

№ станции	Глубина, м	Тип донных отложений	pH	Eh, mV	Натуральная влажность, %	ХЭВ, мг/100 г	НУ, мг/100 г
1	20	Серый песок с примесью ила	7,14–7,89	(+60)–(+468)	32,80–5,80	35–100	15–41
2	18	Серый ил; запах сероводорода	7,13–7,56	(–94)–(+48)	39,30–51,90	100–310	21–137
3	15	Чёрный и тёмно-серый ил; запах сероводорода, мазута	7,37–8,11	(–163)–(–27)	61,90–67,90	860–1940	281–1242
4	14	Чёрный и тёмно-серый ил; запах сероводорода, мазута	7,69–8,14	(–218)–(–32)	69,00–71,70	1320–3780	594–3006
5	9	Чёрный и тёмно-серый ил; запах сероводорода, мазута	7,41–7,57	(–99)–(–51)	48,70–69,00	250–410	102–244
6	6	Серый ил; слабый запах сероводорода	7,62–6,59	(–119)–(–14)	56,00–62,70	140–540	31–207
7	17	Чёрный ил; запах сероводорода, мазута	7,24–8,01	(–171)–(–79)	51,55–56,00	900–3880	521–2640

## Результаты и обсуждение

На рисунках 2–4 представлены основные характеристики макрозообентоса по сезонам — численность, биомасса и количество видов по контрольным станциям (I–VII). Значения, значительно превышающие средние показатели по бухте, указаны цифрами около соответствующего столбца диаграммы. Численность макробентоса с октября 2002 г. по июль 2003 г. на большинстве станций, кроме станции 6, в основном составляла около 1 тыс. экз./м<sup>2</sup> или менее. Существенное превышение данного показателя отмечалось осенью на станции 1 и весной на станции 5. На станции 1 это вызвано присутствием значительного количества *Bittium reticulatum* (da Costa, 1778), на станции 5 — *Heteromastus filiformis* (Claparède, 1864). На станции 6 численность бентоса только зимой была ниже 1 тыс. экз./м<sup>2</sup>, в остальные сезоны она составляла от 6500 до 11130 экз./м<sup>2</sup>. Столь высокие значения численности на этой станции обусловлены высокой плотностью поселений *Hydrobia acuta* (Draparnaud, 1805). Численность данного вида составляет до 85 % от общей численности бентоса в этой точке.



**Рис. 2.** Численность макрозообентоса (экз./м<sup>2</sup>) на контрольных станциях в Севастопольской бухте по сезонам в период 2002–2005 гг.

Численность макробентоса с октября 2003 г. по июль 2004 г. на большинстве станций, кроме станции 6, в основном составляла около 1 тыс. экз./м<sup>2</sup> или менее (рис. 2). На станции 6 численность бентоса только зимой была менее 1 тыс. экз./м<sup>2</sup>, составляя в остальные сезоны от 1700 до 4070 экз./м<sup>2</sup> за счёт высокой плотности поселений *H. acuta*. Значительные флуктуации численности бентоса в сезонной динамике в вершине бухты, очевидно, связаны с жизненным циклом *H. acuta*. Состав популяций моллюсков с коротким жизненным циклом, таких как гидробия, биттиум и др., подвержены наиболее значительным сезонным изменениям [Чухчин, 1984]. Зимние минимумы и весенне-летние максимумы численности характерны как для популяции *H. acuta* в вершине Севастопольской бухты [Макаров, 2020], так и для других представителей рода *Hydrobia* (Siegismund, 1982).

Численность макробентоса осенью 2004 г. на большинстве станций, кроме станции 6, в основном составляла около 1 тыс. экз./м<sup>2</sup> или менее. Зимой, напротив, на большинстве станций численность варьировала от 1,1 до 4,2 тыс. экз./м<sup>2</sup>. В январе 2005 г. единичные экземпляры бентоса (численность составляла менее 100 экз./м<sup>2</sup>) отмечены на станции 7. Весной численность макробентоса составляла менее 1 тыс. экз./м<sup>2</sup> на наиболее загрязнённых станциях (3, 4, 7). Летом на станции 4 численность возросла более чем в 2,5 раза, в основном за счёт увеличения численности мелких детритоядных полихет и появления молоди митилид.



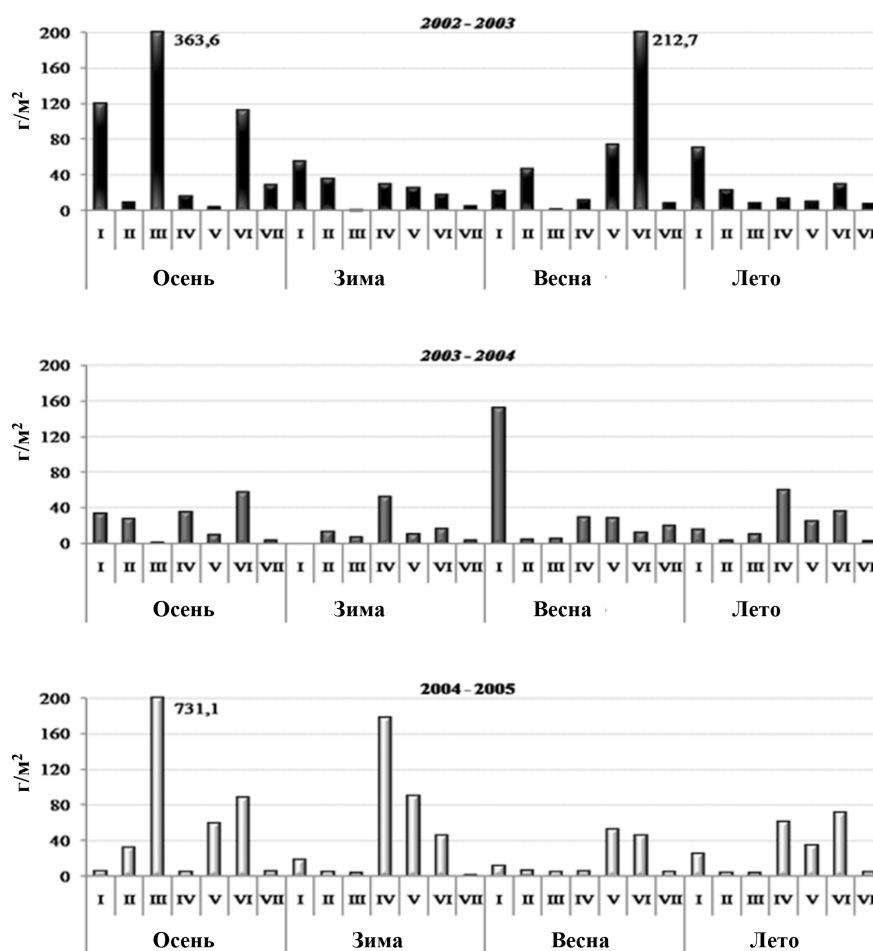


Рис. 3. Биомасса макрозообентоса (г/м<sup>2</sup>) в Севастопольской бухте по сезонам в период 2002–2005 гг. на контрольных станциях

Биомасса макробентоса варьировала в широких пределах. Стабильно более высокие значения биомассы (более 30 г/м<sup>2</sup>) отмечались на станциях 1 и 6. На остальных станциях биомасса бентоса в основном не превышала 30 г/м<sup>2</sup>. Минимальные значения биомассы отмечались зимой на станции 3 (0,2 г/м<sup>2</sup>). На этой же станции осенью 2002 г. было зарегистрировано максимальное значение биомассы — 364 г/м<sup>2</sup>. Столь высокая биомасса на этом сильно загрязнённом участке бухты вызвана присутствием в пробах нескольких крупных экземпляров мидий, биомасса которых составила около 340 г/м<sup>2</sup>, в то время как биомасса остального бентоса составила около 24 г/м<sup>2</sup>. В период 2003–2004 гг. минимальные значения биомассы отмечались в октябре 2003 г. на станции 3 (0,9 г/м<sup>2</sup>), максимальные — в апреле 2004 г. на станции 1 (151,5 г/м<sup>2</sup>) (рис. 3). Минимальные значения биомассы (менее 10 г/м<sup>2</sup>) отмечались в октябре 2004 г. на станциях 1, 4, 7; в январе 2005 г. — на станциях 2, 3, 7; в апреле 2005 г. — на станциях 2, 3, 4, 7; в июле 2005 г. — на станциях 2, 3, 7 (рис. 3). Максимальные значения биомассы в октябре 2004 г. были зафиксированы на станции 3, в январе 2005 г. — на станции 4.

В 1990 г. подобные сезонные исследования проводились на пяти станциях, которые соответствуют нашим станциям 2–6. В 1990 г. в бухте отмечалось 46 видов бентоса [Петров, Алемов, 1993], половина из которых встречалась только на отдельных станциях. За весь период исследований 2002–2005 гг. в составе макрозообентоса бухты выявлено 109 видов донных животных. За период с октября 2002 г. по июль 2003 г. в составе макробентоса обнаружено 68 таксонов донных животных, в том числе *Bivalvia* — 17 видов, принадлежащих к 9 семействам,

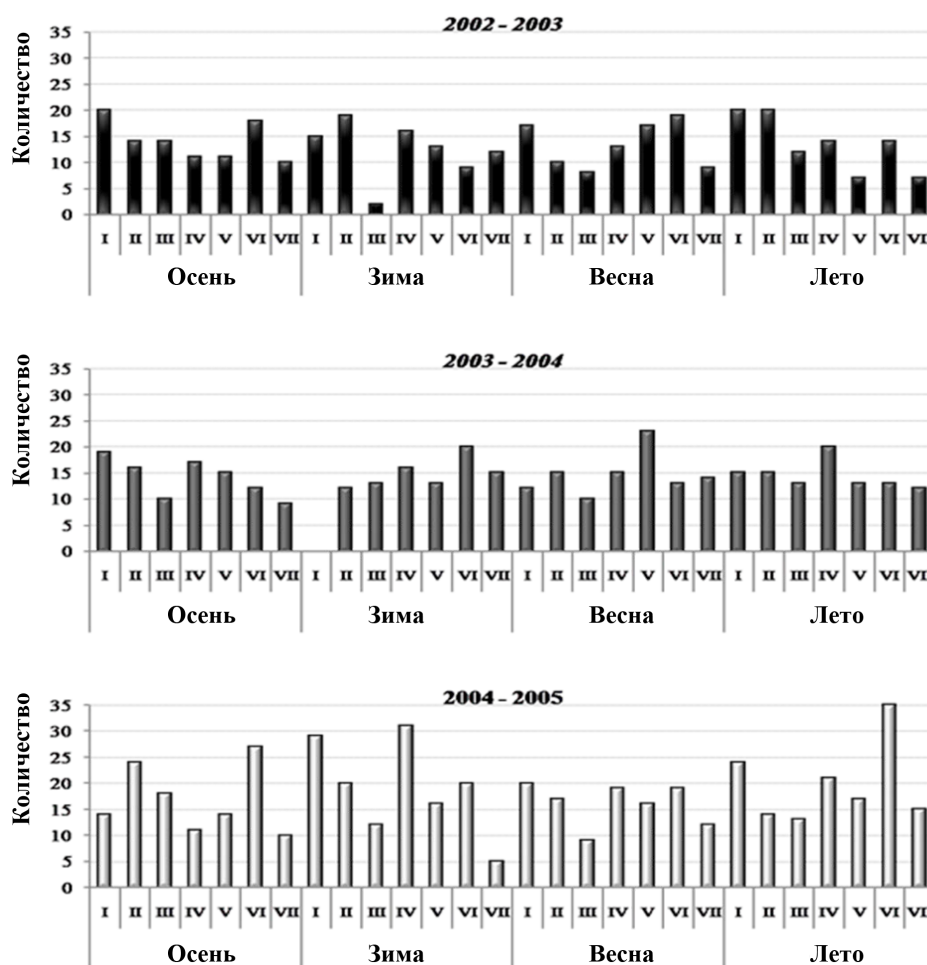


Рис. 4. Количество видов макрозообентоса в Севастопольской бухте по сезонам в период 2002–2005 гг. на контрольных станциях

Gastropoda — 12 видов из 6 семейств, Crustacea — 10 видов из 9 семейств, Polychaeta — 19 видов из 10 семейств. Помимо этого, встречались представители Olygochaeta, Coelenterata, Chordata, Tentaculata, Platyhelminthes. Общее количество видов в летне-осенний период превышает аналогичный показатель в весенне-летний период 2002–2003 гг. В каждый из сезонов в бухте регистрировали 36–40 видов макробентоса (рис. 4). Больше число видов отмечалось на станциях 1 и 2 (10–20 видов) и на станции 6 (9–18 видов). Минимальное число видов регистрировали на станциях 3 и 7 (2–14 видов).

За период с октября 2003 г. по июль 2004 г. в составе макробентоса на семи контрольных станциях обнаружено 65 таксонов донных животных, в том числе Bivalvia — 19 видов, Gastropoda — 9 видов, Crustacea — 10 видов, Polychaeta — 19 видов. Помимо этого, встречались представители Olygochaeta, Nemertini, Tentaculata, Platyhelminthes. Общее количество видов в весенне-летний период превышает аналогичный показатель в осенне-зимний период. В каждый из сезонов в бухте регистрировали 34–44 вида макробентоса. Больше число видов отмечалось на станциях 1 и 2 (12–19 видов) и на станции 6 (12–20 видов) (рис. 4).

В октябре 2004 г. отмечено 53 таксона донных животных, в январе 2005 г. — 56, в апреле 2005 г. — 41, в июле 2005 г. — 56 (в общей сложности 65 видов). На отдельных станциях число видов варьировало от 9 до 35. Общее количество видов было выше на станциях 1, 2 и 6. Как и в январе 2005 г., большое количество видов отмечено на станции 4 (рис. 4). В 2005 г. в целом

наблюдалось увеличение количества видов в Севастопольской бухте в сравнении с 2003–2004 гг. Наиболее распространённые виды — *H. filiformis* и *Nephtys hombergii* Savigny in Lamarck, 1818, которые встречались на всех станциях в осенне-зимний период. В весенне-летний период более чем на 50 % станций отмечены 11 таксонов, 26 видов (40 % от общего количества) встречены только на одной из станций. Наиболее распространённые в весенне-летний период виды — *H. filiformis* (встречался на всех станциях), *N. hombergii*, *Iphinoe elisae* Văcescu, 1950 и *Olygochaeta* (встречаемость более 90 %).

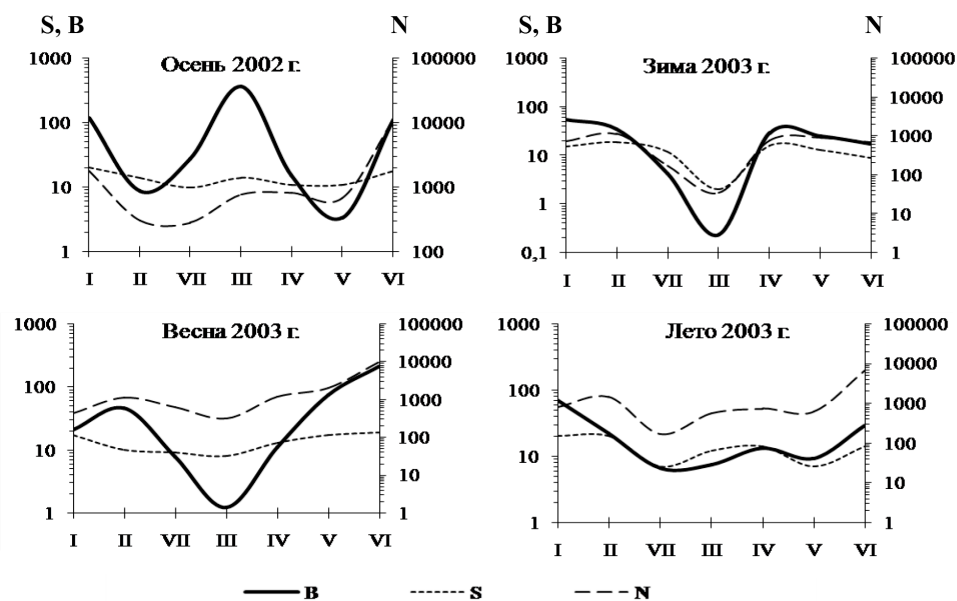


Рис. 5. Сезонные колебания количества видов (S), биомассы (B, г/м<sup>2</sup>) и численности (N, экз./м<sup>2</sup>) на станциях в Севастопольской бухте

Таким образом, количественные показатели бентосных сообществ в основном имели более высокие показатели в устье и вершине бухты. В центральной части и в районе бухты Южной численность, биомасса и количество видов бентоса, как правило, имели меньшие величины (рис. 5).

В видовом составе макрозообентоса в большей степени представлены моллюски. Они составляют около 40 % видов на каждой из станций. Несколько меньшую долю видов составляют полихеты — около 25 %. При возрастании уровня загрязнения отмечается тенденция снижения доли ракообразных и двустворчатых моллюсков в видовом составе бентоса.

Различается вклад отдельных групп в общую численность и биомассу бентоса. На менее загрязнённых станциях (за исключением станции 2) доля моллюсков в общей численности составляет 55–75 %. На сильно загрязнённых станциях относительный вклад моллюсков (особенно сестонофагов) снижается и возрастает доля полихет-детритофагов, что характерно для сообществ макрозообентоса в целом и для Чёрного моря в частности [Миловидова, Кирюхина, 1985; Мионов, Кирюхина, Алёмов, 2003; Петров, 2000].

В то же время в общей биомассе доля полихет невелика — в основном не превышает 5 %. Основную часть в общей биомассе составляют моллюски, что характерно для бентоса Чёрного моря. При этом опять следует отметить снижение доли моллюсков при увеличении загрязнения. Особенно это выражено для двустворчатых моллюсков — с 50–60 до 10–30 % (рис. 6). В трофической структуре бентоса на менее загрязнённых станциях (1, 2, 6) основную долю в общей биомассе бентоса составляют фильтраторы. На загрязнённых участках возрастает доля детритофагов, и особенно плотоядных.

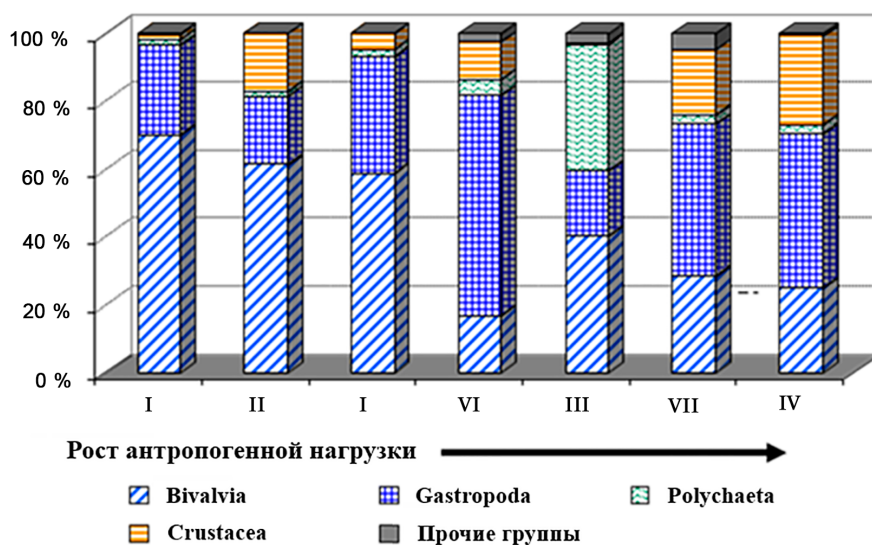


Рис. 6. Вклад основных групп макрозообентоса в общую биомассу

Основные количественные характеристики бентоса демонстрируют тенденцию к снижению при росте нефтяного загрязнения донных осадков. Так, средняя биомасса бентоса снижается в 3–4 раза (рис. 7). Несмотря на довольно широкий диапазон колебаний численности бентоса на различных станциях, тем не менее также отмечается отрицательная корреляция между численностью организмов и содержанием нефтяных углеводородов в донных осадках. Для показателей разнообразия в большей степени эта тенденция выражена для количества видов бентоса. Общее число регистрируемых видов снижается с 35 до 23–25, а среднее число видов на 1 станцию снижается с 17 до 9–13 видов.

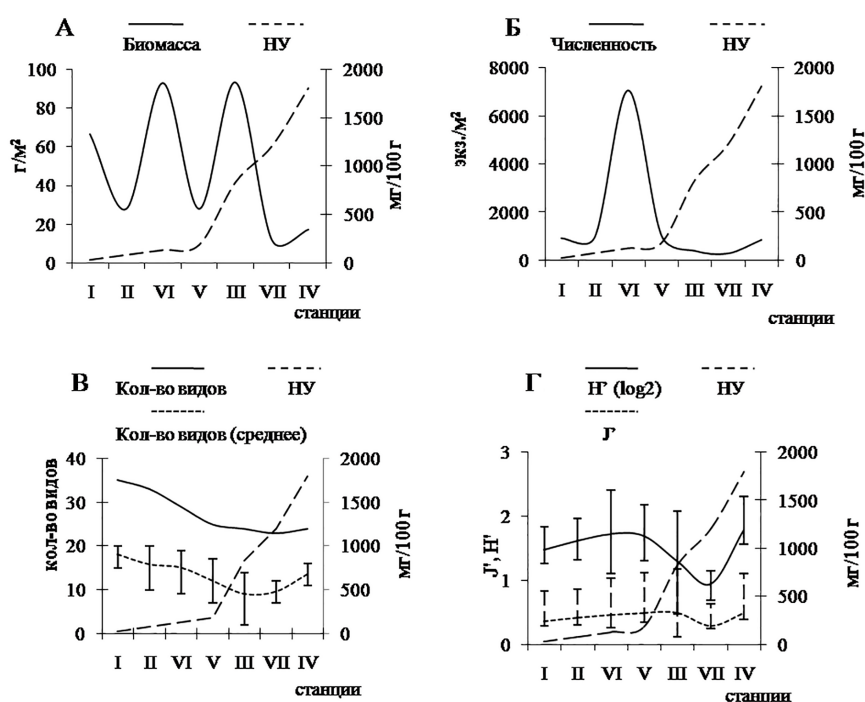


Рис. 7. Зависимость основных биологических характеристик макрозообентоса от содержания НУ в донных осадках (А — биомасса, Б — численность, В — количество видов, Г — индексы Шеннона (H) и Пиелу (J))

При этом не отмечено зависимости между степенью загрязнённости донных осадков нефтяными углеводородами и величиной индекса видового разнообразия Шеннона (H) и индекса выровненности Пиелу (J). Однако при высоких уровнях загрязнения индекс Шеннона имеет широкий диапазон колебаний, что может указывать на нестабильное состояние сообществ бентоса.

Для анализа состояния сообществ часто используют кривые доминирования — разнообразия. Известно, что в стрессовых условиях угол наклона данной кривой к оси абсцисс увеличивается [Одум, 1986]. На рисунке 8 видно, что кривые для станций 1, 2 и 6 лежат выше, чем кривые для станций 3, 4, 7. Таким образом, условия для развития бентоса на этих станциях более благоприятны, чем на станциях в центральной части бухты. Это соответствует и данным по физико-химическим характеристикам донных осадков.

Из 68 найденных видов 36 встречались менее чем на 10 % станций, они нами обозначены как редкие. При этом 23 вида (30 % от общего состава) были отмечены только на одной из станций. 10 видов встречались более чем на 50 % станций, они обозначены как основные. Среди них 4 вида полихет, 5 видов моллюсков и 1 ракообразное. Наибольшим распространением в бухте характеризуются *Heteromastus filiformis*, *Bittium reticulatum* и *Cerastoderma glaucum* (Bruguère, 1789) (71–86 %). Еще у 22 видов встречаемость составляла 10–43 %, их отнесли к обычным видам. Хотя обнаруженный за 4 сезона видовой состав не полностью характеризует видовой состав бентоса в Севастопольской бухте, все основные виды и 19 обычных были обнаружены уже во время первой съёмки в октябре 2002, а все обычные виды — к весне 2003 г. Эти две группы видов (основные и обычные) составляли 89–100 % от общей биомассы и 92–100 % от общей численности бентоса на станциях. Таким образом, менее 50 % отмеченных видов определяли основную структуру бентосных сообществ (но не разнообразие).

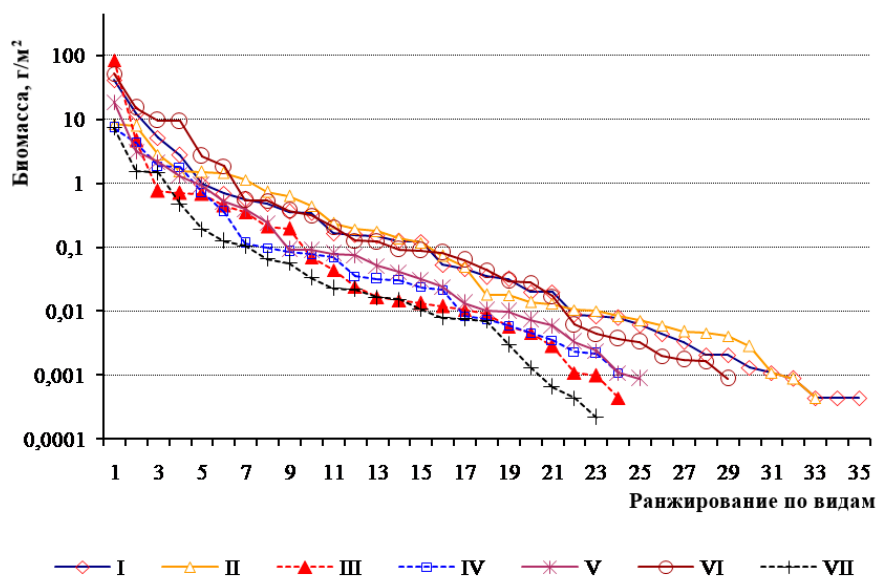
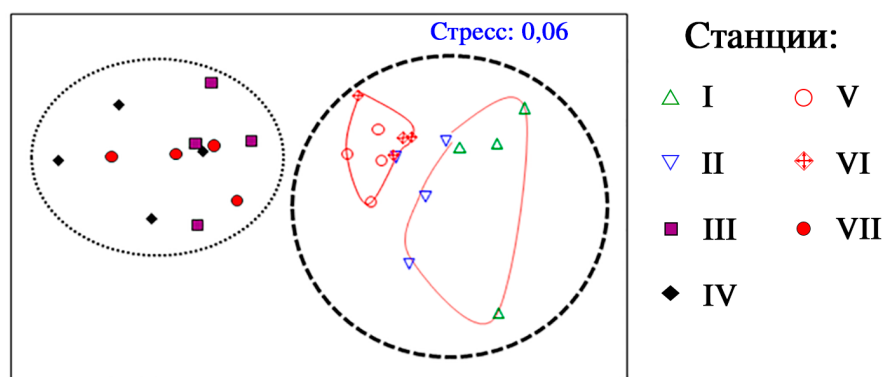


Рис. 8. Кривые доминирования — разнообразия для сообществ макрозообентоса в Севастопольской бухте (I–VII — номера станций)

Общим трендом пространственного распределения нефтяного загрязнения по основной оси Севастопольской бухты является повышение концентраций углеводородов в донных осадках от вершинной части — к центральной и последующее их снижение — к выходу из акватории. Как показывает сравнение мониторинговых данных во временном масштабе (1985–2009 гг.), такая ситуация регистрируется на протяжении десятилетий [Миронов, Кирюхина, Алёмов, 2003; Санитарно-биологические ..., 2018]. Для определения различий условий

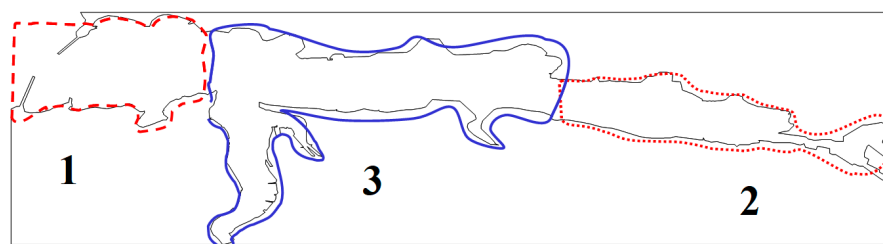


среды на станциях использовались данные по характеристикам донных осадков: концентрация хлороформ-экстрагируемых веществ (ХЭВ), нефтяных углеводородов (НУ), натуральная влажность, Eh, pH. Для этих целей в пакете PRIMER была выполнена кластеризация, которая позволила выделить две большие группы станций (рис. 9). Первая группа включала станции 1 и 2 в устье бухты и станции 5 и 6 в вершине бухты. Вторая группа состояла из станций центральной части бухты. Применение MDS-анализа показало, что станции 5 и 6 имеют большее сходство параметров между собой, чем со станциями 1 и 2.



**Рис. 9.** Применение MDS анализа для районирования акватории Севастопольской бухты по характеристикам донных осадков

Таким образом, в акватории бухты можно выделить 3 региона, достаточно хорошо различающихся по характеристикам донных осадков: 1 — устье бухты и выход из неё, 2 — вершина бухты, 3 — центральная часть бухты (рис. 10). Это в целом совпадает с районированием бухты по гидролого-гидрохимическим характеристикам [Иванов и др., 2006]. В частности, донные осадки в центральной части бухты имеют более высокую натуральную влажность, высокое содержание углеводородов. Все это определяет и степень развития бентосных сообществ: количество видов бентоса в центральной части ниже, чем в устье и вершине бухты.

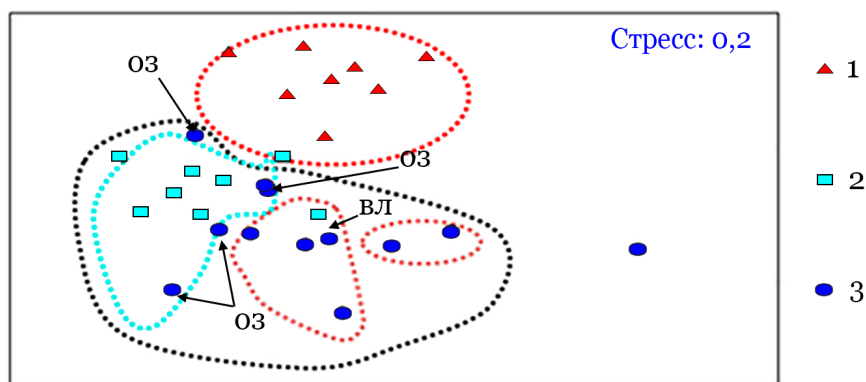


**Рис. 10.** Районирование Севастопольской бухты по показателям загрязнения донных отложений и биоценозам макрозообентоса

*Примечание.* Здесь и на рис. 11 районы бухты обозначены цифрами 1, 2, 3

Различия видового состава сообществ в этих регионах мы оценивали по статистике Брэя — Кёртиса с трансформацией данных по типу присутствия — отсутствия видов. Данный метод позволил выделить две группы станций на уровне 40%-го сходства. Одну составляют станции в устье бухты, вторая включает все остальные станции, при этом вторая группа неоднородна. На уровне 50%-го сходства в этой большой группе можно выделить 3 подгруппы. Две небольшие группы включают станции региона 3, собранные в весенне-летний период, а также одну станцию региона 2, собранную в тот же сезон. Третья подгруппа включает подавляющее большинство станций региона 2, а также все станции региона 3, относящиеся к осенне-зимнему периоду (рис. 11).

Среднее сходство бентосных сообществ, рассчитанное в программе Simper пакета PRIMER, в каждом из регионов не очень велико — от 27 до 36 (табл. 2). В регионе 1 четыре вида определяют 60 % видового сходства — *Bittium reticulatum*, *Pitar rudis* (Poli, 1795), *Diogenes pugilator* (P. Roux, 1829), *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758).



**Рис. 11.** Применение MDS-анализа для районирования акватории Севастопольской бухты по характеристикам сообществ макрозообентоса (по признаку наличия/отсутствия вида)  
*Примечание.* ОЗ — осенне-зимние характеристики, ВЛ — весенне-летние характеристики

Учитывая высокое значение отношения Sim/SD, первые три вида можно отнести к видам-индикаторам для этого региона. В регионе 2 руководящим видом является *Tritia reticulata* (Linnaeus, 1758), а характерными видами первого порядка являются *Cerastoderma glaucum* и *Hydrobia acuta*. Наряду с ними на роль индикаторного вида может также претендовать *Bittium reticulatum*. В регионе 3 основной вклад в общее сходство сообществ вносят *Tritia reticulata* и *Cerastoderma glaucum*, однако все виды имеют низкое значение отношения Sim/SD ввиду высокой вариабельности оцениваемых параметров.

Таким образом, несмотря на значительные различия характеристик донных осадков, регионы 2 и 3, по-видимому, населены единым биоценозом с руководящими видами *Tritia reticulata* и *Cerastoderma glaucum*. Различия между этими участками бухты в значительной степени связаны с сезонными флуктуациями в наборе характерных видов. Кроме того, сообщество в регионе 3 (центральная часть бухты) является обеднённой версией биоценоза с менее стабильной видовой структурой.

Таксономическая структура бентосных сообществ в выделенных трёх регионах бухты представлена одинаковым количеством крупных таксономических групп, но различается при переходе на низшие уровни. Так, бентос в устье бухты представлен большим разнообразием семейств и родов животных. При этом отличие данного региона от двух остальных, которое было выявлено на уровне видов, сохраняется как на уровне рода, так и на уровне семейства.

### Заключение

В 2003 г. отмечен рост числа видов на всех станциях по сравнению с 1990 г., за исключением станции 3, где число видов значительно сократилось. Чёткие изменения величины биомассы выделить трудно. Характер закономерности носит лишь уменьшение биомассы бентоса на станции 6, где в течение трёх сезонов 1990 г. оно было более значительным, чем в 2003 г. В то же время численность бентоса на протяжении последних исследований практически всегда была выше, чем в 1990 г. При этом в ряде случаев (например, весной и летом) численность бентоса возросла на порядок. Небольшое снижение численности летом на станции 3 и осенью на станции 2 имеет незначительный характер.

Таблица 2

## Вклад наиболее значимых видов в биоценологическое сходство внутри выделенных регионов

Виды	Среднее сходство	Стандартное отклонение	Относительный вклад вида, %	Накопительный вклад вида, %
Регион 1				
Среднее сходство: 33,20				
<i>Bittium reticulatum</i>	5,46	2,87	16,43	16,43
<i>Pitar rudis</i>	5,30	1,05	15,96	32,39
<i>Chamelea gallina</i>	4,92	0,48	14,81	47,20
<i>Diogenes pugilator</i>	4,15	2,32	12,50	59,70
<i>Tritia reticulata</i>	2,83	0,45	8,51	68,21
<i>Cerastoderma glaucum</i>	2,72	0,62	8,20	76,41
Регион 2				
Среднее сходство: 36,12				
<i>Tritia reticulata</i>	10,36	0,97	28,68	28,68
<i>Cerastoderma glaucum</i>	7,76	0,95	21,48	50,16
<i>Hydrobia acuta</i>	7,12	1,51	19,70	69,86
<i>Bittium reticulatum</i>	4,19	1,01	11,59	81,46
Регион 3				
Среднее сходство: 27,54				
<i>Tritia reticulata</i>	7,95	0,63	28,86	28,86
<i>Cerastoderma glaucum</i>	5,90	0,69	21,44	50,30
<i>Nephtys hombergii</i>	2,42	0,52	8,77	59,07
<i>Balanus improvisus</i>	2,36	0,46	8,56	67,62
<i>Abra nitida milachevichi</i>	1,61	0,41	5,86	73,49
<i>Hydrobia acuta</i>	1,61	0,64	5,84	79,33

В период 2003–2005 гг. снижение количественных показателей бентоса (численность, биомасса) на большинстве станций отмечалась в 2004 г. В сезонной динамике показателей бентоса зимние минимумы и весенне-летние максимумы численности в вершине бухты в большей степени связаны с флуктуациями численности моллюсков с коротким жизненным циклом.

Основные биологические характеристики бентоса демонстрируют тенденцию к снижению при росте нефтяного загрязнения донных осадков. Так, средняя биомасса бентоса снижается в 3–4 раза, общее число регистрируемых видов снижается с 35 до 23–25, а среднее число видов на 1 станцию — с 17 до 9–13 видов. По показателям видового состава биоценозов в акватории бухты выделено 3 региона: 1 — устье бухты и выход из неё, 2 — вершина бухты, 3 — центральная часть бухты. В регионе 1 четыре вида определяют 60 % видового сходства — *Bittium reticulatum*, *Pitar rudis*, *Diogenes pugilator*, *Chamelea gallina*. Регионы 2 и 3, по-видимому, населены единым биоценозом с руководящими видами *Tritia reticulata* и *Cerastoderma glaucum*. Различия между этими участками бухты в значительной степени связаны с сезонными флуктуациями в наборе характерных видов.

Автор выражает глубокую благодарность Шадриной Т. В. за предоставленные данные по физико-химическим характеристикам донных отложений.

### Список литературы

1. Иванов В. А., Овсяный Е. И., Репетин Л. Н., Романов А. С., Игнатъева О. Г. Гидролого-гидрохимический режим Севастопольской бухты и его изменения под воздействием климатических и антропогенных факторов. – Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006. – 91 с.
2. Кирюхина Л. Н., Миронов О. Г. Химическая и микробиологическая характеристика донных осадков севастопольских бухт в 2003 г. // Экология моря. – 2004. – Вып. 66. – С. 53–58.
3. Макаров М. В. Сезонная изменчивость таксоцены Mollusca рыхлых грунтов контактной зоны реки Черной и Севастопольской бухты (Юго-Западный Крым) // Экосистемы. – 2020. – Вып. 21 (51). – С. 109–118. <https://doi.org/10.37279/2414-4738-2020-21-109-118>
4. Миловидова Н. Ю., Кирюхина Л. Н. Черноморский макрозообентос в санитарно-экологическом аспекте. – Киев : Наукова думка, 1985. – 104 с.
5. Миронов О. Г., Кирюхина Л. Н., Алёмов С. В. Санитарно-биологические аспекты экологии севастопольских бухт в XX веке. – Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – 185 с.
6. Одум Ю. Экология : в 2 томах. Т. 2 / под ред. В. Е. Соколова ; пер. с англ. Б. Я. Виленкина. – Москва : Мир, 1986. – 376 с.
7. Осадчая Т. С., Алёмов С. В., Тихонова Е. А. Особенности нефтяного загрязнения портовых акваторий Севастополя (Черное море) // Состояние экосистем шельфовой зоны Черного и Азовского морей в условиях антропогенного воздействия : сб. ст., посвящ. 90-летию Новороссийской морской биологической станции им. проф. В. М. Арнольди. – Краснодар : Кубанский гос. ун-т, 2011. – С. 109–118.
8. Определитель фауны Чёрного и Азовского морей : в 3 томах / АН УССР, Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского. – Киев : Наукова думка, 1972. – Т. 3: Свободноживущие беспозвоночные. – 340 с.
9. Петров А. Н. Реакция прибрежных макробентосных сообществ Черного моря на органическое обогащение донных отложений // Экология моря. – 2000. – Вып. 51. – С. 45–51.
10. Петров А. Н., Алёмов С. В. Распределение, количественные характеристики и показатели состояния зообентоса в бухтах, различающихся по степени загрязнения // Ихтиофауна Черноморских бухт в условиях антропогенного воздействия. – Киев : Наукова думка, 1993. – С. 25–45.
11. РД 52.10.556-95. Определение загрязняющих веществ в пробах морских донных отложений и взвеси : метод. указания. – Москва : Федерал. служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 1996. – 56 с.
12. Санитарно-биологические исследования прибрежных акваторий юго-западного Крыма в начале XXI века / под ред.: О. Г. Миронова, С. В. Алёмова ; Институт морских биологических исследований им. А. О. Ковалевского РАН. – Симферополь : ИТ «АРИАЛ», 2018. – 276 с.
13. СТП ИМБИ 077-2019. Методика анализа качественного и количественного состава мейо- и макрозообентоса. (утвержд. 20.03.2019 пр. № 25-од от 19.03.19).
14. Чухчин В. Д. Экология брюхоногих моллюсков Черного моря. – Киев : Наукова думка, 1984. – 176 с.
15. Clarke K. K., Gorley K. M. PRIMER v5: User Manual/Tutorial. – Plymouth : Primer-E Ltd, 2001. – 92 p.
16. Clarke K. R. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure // Australian Journal of Ecology. – 1993. – Vol. 18, iss. 1. – P. 117–143. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x>

17. Revkov N. K., Petrov A. N., Kolesnikova E. A., Dobrotina G. A. Comparative analysis of long-term alteration in structural organization of zoobenthos under permanent anthropogenic impact (Case study: Sevastopol Bay, Crimea) // Morskoj ekologicheskiy zhurnal. – 2008. – Vol. 7, no. 3. – P. 37–49.
18. Siegismund H. R. Life Cycle and production of *Hydrobia ventrosa* and *H. neglecta* (Mollusca: Prosobranchia) // Marine Ecology Progress Series. – 1982. – Vol. 7. – P. 75–82. <https://doi.org/10.3354/MEPS007075>

**SEASONAL AND INTERANNUAL DYNAMICS OF MACROZOOBENTHOS  
COMMUNITIES IN SEVASTOPOL BAY (THE BLACK SEA) AT THE BEGINNING  
OF THE XXI CENTURY IN AREAS WITH DIFFERENT POLLUTION LEVELS**

**Alyomov S. V.**

*A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russian Federation,  
e-mail: [alyomov\\_sv@ibss-ras.ru](mailto:alyomov_sv@ibss-ras.ru)*

From 1988 to 1991 in the Sevastopol region, there is a trend of growth in the number, biomass and species diversity of macrobenthos. By the beginning of the XXI century, the species diversity of macrozoobenthos increased 1.5–2 times, and the average number – 7 times in comparison with the 80-ies of the XX century. In 2002–2005, seasonal studies of quantitative characteristics and diversity of macrozoobenthos were conducted. During the entire research period (2002–2005) 109 species of macrozoobenthos were identified in the Bay. For the period from October 2002 to July 2003 68 taxa of benthic animals were found in the macrobenthos, 65 taxa each from October 2003 to July 2004 and from October 2004 to July 2005 periods. The main characteristics of benthos show a downward trend with an increase in oil pollution of bottom sediments. In terms of contamination of sediments and species composition of biocenosis in the Bay area is divided into 3 regions: 1 – the mouth of the Bay, 2 – the top Bay, 3 – the Central part of the Bay.

**Keywords:** Macrozoobenthos; species diversity; abundance; biomass; seasonal dynamics; Black sea.

Сведения об авторе

Алёмов Сергей Викторович	кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», <a href="mailto:alyomov_sv@ibss-ras.ru">alyomov_sv@ibss-ras.ru</a>
--------------------------------	--

*Поступила в редакцию 16.03.2020 г.  
Принята к публикации 27.01.2021 г.*



УДК [582.26/.27-11:[628.193:665.61](262.5.04)

## СОДЕРЖАНИЕ ЛИПИДОВ В МАКРОФИТАХ РАЗНЫХ РАЙОНОВ ПРИБРЕЖНОЙ АКВАТОРИИ СЕВАСТОПОЛЯ (ЧЁРНОЕ МОРЕ)\*

Миронов О. А., Миронов О. Г., Муравьёва И. П.

ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», Севастополь,  
Российская Федерация,  
e-mail: [mironov87@gmail.com](mailto:mironov87@gmail.com)

Проведено обобщение материалов по содержанию липидов в массовых видах водорослей-макрофитов, обитающих в прибрежных водах Севастополя, в районе бухт Артиллерийской, Карантинной, Казачьей, Балаклавской, Нефтегавани, парка Победы, Приморского бульвара. Содержание липидов в зелёных водорослях *Ulva rigida* в среднем составляет 2–5 % сухого веса, *Enteromorpha intestinalis* — 2–3 %, в красных водорослях *Callithamnion corymbosum* — 3–4 %, *Ceramium rubrum* — 2–3 %, в бурой водоросли *Cystoseira barbata* — 2 % сухого веса. Чёткой зависимости количества липидов от сезона года не установлено, но отмечена тенденция повышенного содержания липидов в водорослях из районов с большей степенью загрязнения. В эксперименте по влиянию соляра при трёхсуточной экспозиции статистически достоверной разницы в содержании липидов от их первоначальной концентрации в ульве не отмечено. В присутствии мидийных выделений, выступающих в роли своеобразного удобрения, наблюдается увеличение содержания липидов.

**Ключевые слова:** водоросли-макрофиты, липиды, прибрежные акватории, гидротехнические сооружения.

### Введение

Экологические условия прибрежной зоны своеобразны. Важным фактором, влияющим на них, является загрязнение отдельных участков морских вод канализационными стоками и нефтепродуктами. Береговая линия в бухтах, как правило, занята гидротехническими сооружениями — это и вертикальные бетонные стенки набережных, и разнообразные причалы, которые создают дополнительные твёрдые субстраты для заселения морских организмов, и в частности макрофитов. Как указывала Калугина-Гутник [Калугина-Гутник, 1975], наибольшее количество видов водорослей-макрофитов распространено на глубине 0,1–5 м, где наблюдается максимальная освещённость, близкая к поверхностной, при этом наибольшая биомасса растительных обрастаний отвесных стен гидротехнических сооружений сосредоточена неширокой полосой вдоль уреза воды. У поверхности воды водоросли находятся в несколько иных условиях, чем на глубинах: здесь они в большей степени подвержены влиянию прибоя, волн, условий освещения, химического состава среды. В верхнем слое сильнее сказывается влияние города, порта, опреснителей, нефтепродуктов, отработанных вод города и судов: всё это расплывается на поверхности моря и нарушает состав морской воды, особенно в верхних слоях прибрежной полосы. Довольно чувствительны к изменению степени загрязнённости воды водоросли-макрофиты, поглощающие питательные вещества из окружающей среды всей поверхностью слоевища. Источниками загрязнения б. Севастопольской являются промышленные, коммунальные и ливневые стоки, нефтебаза, корабли, поступление загрязнений из атмосферы. Основными факторами, обеспечивающими существование ульвы, являются загрязнённость прибрежной зоны различными органическими веществами, поступающими в воду с канализационными стоками, и выделения других гидробионтов. В литературе указывается, что сточные воды, попадая в море, оказывают стимулирующее действие на развитие некоторых видов фитобентоса [Selvi, Shakila, Selvaraj, 1999].

---

\* Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУН ФИЦ ИнБИОМ «Молисмологические и биогеохимические основы гомеостаза морских экосистем» (№ АААА-А18-118020890090-2).

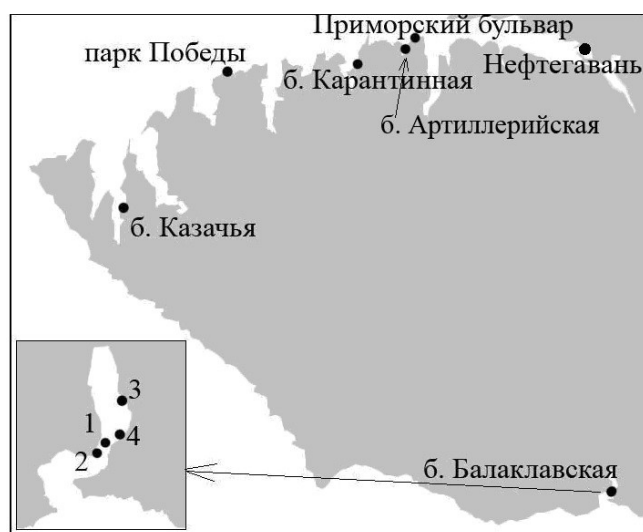
Липиды и углеводороды имеют сходный химический состав, концентрируются в одних и тех же тканях морских организмов. При этом липиды способствуют накоплению нефтяных углеводородов в морской биоте. Последнее играет существенную роль при прогнозировании последствий нефтяного загрязнения прибрежной зоны моря, богатой живыми ресурсами. В этой связи изучение липидного состава подводной растительности представляет теоретический и практический интерес. Известно, что содержание липидов в макрофитах низкое [Барашков, 1972]. Некоторые авторы зарегистрировали самые высокие значения содержания липидов в отдельных представителях зелёных водорослей в начале вегетационного периода, в течение апреля — мая: 6,0–5,0 % сухого веса, затем содержание липидов стало уменьшаться и колебалось в пределах 2,5 и 3,7 % сухого веса [Haroон, Szaniawska, 1995]. Другие авторы показывают колебание общих липидов в красных водорослях от 0,4 до 3,6 % сухого веса [Хотимченко, Светашев, 1987].

Сведения о липидном составе черноморских макрофитов довольно ограничены. Небольшое количество липидов отмечено в водорослях в Одесском заливе, например в *Enteromorpha intestinalis*, — 3,17 % абсолютно сухой массы [Куцин, Ткаченко, 2011]. В настоящее время в прибрежной зоне поверхность искусственных подводных сооружений, где поселяются водоросли, может по площади превышать поверхность естественных субстратов. В этой связи представляет интерес изучение уровня липидов в водорослях, обитающих на гидротехнических сооружениях. Установлено, что при низкой освещённости, например под пирсами и нефтяными платформами, уровень липидных компонентов ульвы в 2,5–3,6 раза выше, чем при ярком освещении [Хотимченко, 2002].

Целью работы явилось обобщение данных о содержании липидов в массовых видах водорослей-макрофитов в разных по степени загрязнения участках акватории Севастополя, а также определение в экспериментальных условиях влияния различных концентраций соляра в морской воде и органических веществ (прижизненных выделений мидий) на химический состав ульвы, в частности на содержание липидов.

### Материал и методы

Сбор материала проводился в различных акваториях, прилегающих к побережью Севастополя (рис. 1).



**Рис. 1.** Схема расположения станций отбора проб в прибрежной акватории Севастополя

По данным 1989–1991 гг., на карте, составленной специализированной инспекцией по охране Чёрного моря, отмечены: в б. Казачьей — один береговой аварийный выпуск канализации, в б. Артиллерийской — два стока ливневой канализации, в Нефтегавани — береговой аварийный выпуск канализации и источник загрязнения нефтепродуктами.

По уровню загрязнения донных осадков нефтепродуктами [Миронов, Миловидова, Кирюхина, 1986] б. Казачья является практически чистой (в 100 г донного осадка содержится < 0,05 г хлороформэкстрагируемых веществ), б. Артиллерийская и Нефтегавань имеют V уровень загрязнения нефтепродуктами (в 100 г донного осадка — 1,0–3,0 г хлороформэкстрагируемых веществ). Донные осадки б. Балаклавской и Карантинной относятся к III–IV уровням загрязнения.

Пробы водорослей отбирали ежемесячно с мая 1990 по апрель 1991 г. в приповерхностном слое 0–30 см: с бетонной стенки причала б. Артиллерийской, бетонных свай причалов Нефтегавани и б. Казачьей — ручным скребком с борта фелюги. Аналогичные пробы с апреля по июль 1991 г. отбирали в б. Карантинной и в июле 2005 г. — в б. Балаклавской.

Объектами исследования явились *Ulva rigida*, *Callithamnion corymbosum*, *Ceramium rubrum*, *Enteromorpha intestinalis*.

С мая по сентябрь 2010 и 2012 гг. отбирались пробы *Cystoseira barbata* на станциях Приморского бульвара, парка Победы и б. Казачьей, делалось это вручную, с берега. В это же время проводился химический анализ морской воды на содержание нефтяных углеводородов методом инфракрасной спектрометрии. Установлено, что акватория Севастопольской бухты в районе Приморского бульвара наиболее сильно подвержена нефтяному загрязнению, в то время как в акватории парка Победы экологическая обстановка по этому показателю более благополучная. При этом б. Казачья по нефтяному загрязнению в период 2010–2012 гг. была условно чистой [Миронов, Миронов, 2015].

Предварительно адаптированные целые талломы ульвы были помещены в пятилитровые сосуды с морской водой из расчёта 1 г/л сырого веса водорослей: в контрольном сосуде — ульва и морская вода, в опытном сосуде — ульва и морская вода с добавлением природных органических соединений (прижизненных выделений мидий). Мидии поместили в 10-литровое ведро с морской водой, в котором они занимали 1/3 часть объёма. Ежедневно из сосудов отбирали по 1 л воды и добавляли соответственно в контрольную ёмкость 1 л свежей морской воды, в опытную — 1 л мидийных выделений (визуально мутная вода). В ведро с мидиями ежедневно добавляли свежую морскую воду. Эксперимент продолжался 12 дней при естественном освещении.

Во втором эксперименте талломы водоросли были помещены в три пятилитровых сосуда с морской водой, взятой из бухты непосредственно у здания ИнБЮМ. В первом сосуде — ульва и морская вода из бухты, во второй сосуд на поверхность воды внесено 0,2 мл соляра, в третий сосуд — 2,0 мл соляра. Сосуды находились на открытом воздухе при естественном освещении, температура воды в сосудах соответствовала таковой в бухте (9 °C). Через трое суток водоросли изъяли для химического анализа.

Талломы водорослей-макрофитов (приблизительно 10 г) высушивали при температуре 105 °C, затем растирали в фарфоровой ступке до порошкообразного состояния. Для анализа брали навески по 100 мг сухого веса образцов макрофитов в трёх повторностях, которые помещали в центрифужные пробирки и проводили трёхкратную экстракцию смесью хлороформ — этанол (2 : 1). Собранные экстракты чистили по методу Фолча дистиллированной водой. Липиды определяли по цветной реакции с фосфо-ванилиновым реактивом по Агатовой [Руководство по современным..., 2004].

Результаты представлены средней арифметической  $\pm$  ошибка средней арифметической и обработаны по критерию Стьюдента ( $p < 0,05$ ).

## Результаты и обсуждение

В трёх бухтах практически во всех пробах присутствовали ульва, каллитамнион и церамиум, тогда как энтероморфа в точке отбора в б. Артиллерийской отсутствовала.

Таблица 1

Сезонная динамика содержания липидов (мг/100 мг сух. в.) в макрофитах из трёх акваторий Севастополя

Вид водорослей	Нефтегавань			
	лето	осень	зима	весна
<i>Ulva rigida</i>	1,76 ± 0,49*	1,38 ± 0,43*	3,81 ± 0,34* ’	2,33 ± 0,32*
<i>Callithamnion corymbosum</i>	2,84 ± 0,84*	5,58 ± 0,98*	4,06 ± 1,00	4,44 ± 0,34
<i>Ceramium rubrum</i>	2,86 ± 0,88	2,55 ± 0,50	2,05 ± 0,27*	3,99 ± 0,86*
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	2,29 ± 0,29* ’	3,89 ± 0,65*	4,21 ± 0,40*	2,82 ± 0,88

Вид водорослей	б. Артиллерийская			
	лето	осень	зима	весна
<i>Ulva rigida</i>	2,05 ± 0,99	1,90 ± 0,30*	3,09 ± 0,67*	2,98 ± 0,29 ’
<i>Callithamnion corymbosum</i>	2,60 ± 0,72*	4,11 ± 0,90	3,81 ± 0,68*	5,56 ± 0,18*
<i>Ceramium rubrum</i>	2,56 ± 0,06* ’	2,56 ± 0,21*	3,33 ± 0,29*	3,70 ± 0,86

Вид водорослей	б. Казачья			
	лето	осень	зима	весна
<i>Ulva rigida</i>	1,10 ± 0,01*	1,69 ± 0,09*	2,07 ± 0,17* ’	2,13 ± 0,07* ’
<i>Callithamnion corymbosum</i>	1,68 ± 0,22*	3,94 ± 0,74*	3,93 ± 0,44*	5,06 ± 0,38*
<i>Ceramium rubrum</i>	0,96 ± 0,13* ’	2,58 ± 0,22*	3,11 ± 0,68*	5,40 ± 1,84
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	1,55 ± 0,11* ’	2,87 ± 0,39*	3,30 ± 0,23*	1,76 ± 0,08*

\* — достоверные различия  $p < 0,05$  между сезонами

’ — достоверные различия  $p < 0,05$  между бухтами по сезонам

Наибольшая концентрация липидов в ульве из трёх бухт отмечена в зимне-весенний период, в красных водорослях — весной, в энтероморфе из двух бухт — зимой. Чёткой зависимости содержания липидов от сезона года установить не удалось, но отмечается тенденция повышенного содержания липидов в отдельные сезоны в водорослях из Нефтегавани и б. Артиллерийской по сравнению с б. Казачьей, что можно объяснить локальными условиями и различной нагрузкой на эти акватории.

Средние величины липидов за год, выведенные на основании данных в табл. 1, совпадают с аналогичными показателями в других акваториях, прилегающих к Севастополю, в частности в б. Карантинной (табл. 2).

Таблица 2

Среднее содержание липидов в водорослях прибрежной зоны Севастополя, мг/100 мг сух. в.

Водоросль	Нефтегавань	б. Артиллерийская	б. Карантинная	б. Казачья
<i>Ulva rigida</i>	2,32 ± 0,4	2,51 ± 0,56	2,92 ± 0,2*	1,75 ± 0,09*
<i>Callithamnion corymbosum</i>	4,23 ± 0,79	4,02 ± 0,62	3,12 ± 0,21	3,65 ± 0,44
<i>Ceramium rubrum</i>	2,86 ± 0,63	3,04 ± 0,36	2,34 ± 0,09	3,01 ± 0,72
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	3,3 ± 0,37*	—	—	2,37 ± 0,36*

\* — достоверные различия  $p < 0,05$  между бухтами

Отдельно от системы севастопольских бухт расположена Балаклавская бухта. Данные по содержанию общих липидов в ульве представлены в табл. 3.

Таблица 3

Содержание липидов в ульве Балаклавской бухты, мг/100 мг сух. в.

№ станции	Содержание липидов
1	4,78 ± 0,1
2	4,93 ± 0,05
3	3,84 ± 0,03
4	5,91 ± 0,3

Наиболее близкие экологические условия, в частности по нефтяному загрязнению, Балаклавская бухта имеет с районами Нефтегавани и б. Артиллерийской. Однако индивидуальные особенности б. Балаклавской: длинная, узкая, с большим скоплением рыбацко-прогулочных плавсредств и выходом городского канализационного стока, приводящими к неизбежному загрязнению акватории, — создали условия для повышенного содержания липидно-углеводородного комплекса в ульве по сравнению с Нефтегаванью и б. Артиллерийской.

Среди фитоценозов, обитающих в прибрежной зоне Севастополя, значительная роль принадлежит бурой водоросли цистозире (*Cystoseira barbata*). Она образует заросли в прибрежной акватории Севастополя и не обнаружена в массе на причалах. Во всех трёх районах (Приморский бульвар, парк Победы, б. Казачья) уровень содержания общих липидов в цистозире за два года наблюдений был практически одинаков, о чём свидетельствуют средние данные за пятимесячный период наблюдений в 2010 и 2012 гг. Близкие значения липидов были отмечены в образцах цистозире, собранных в Нефтегавани в период с ноября 1990 по май 1991 г. (табл. 4).

Таблица 4

Содержание липидов (мг/100 мг сух. в.) в цистозире

год	Нефтегавань	Приморский бульвар	парк Победы	б. Казачья
1990-91	2,49 ± 0,28	–	–	–
2010	–	1,99 ± 0,12	1,49 ± 0,11	2,38 ± 0,21
2012	–	1,95 ± 0,17	1,76 ± 0,15	1,89 ± 0,17

Известно, что в экспериментах свежесобранные водоросли-макрофиты всегда нормально функционируют, получая достаточно света и находясь при температуре природной морской воды [Хайлов, 1971]. Результаты эксперимента приведены в табл. 5.

Таблица 5

Данные эксперимента по воздействию соляра на ульву

Концентрация соляра в воде, мг/л	Количество липидов, мг/100мг сух. в.
0,12	4,10 ± 0,62
0,20	3,35 ± 1,19
10,0	3,40 ± 0,46

Первоначально (до эксперимента) концентрация липидов в ульве составляла  $3,59 \pm 0,75$  мг/100 мг сухого веса. Как видно из представленных материалов, статистически достоверной разницы в содержании липидов от их первоначальной концентрации в ульве не наблюдается. Последнее можно объяснить кратковременностью экспозиции (трое суток).



При более длительном воздействии нефтяного загрязнения в концентрациях свыше 1 мг/л отмечаются изменения в биохимическом составе макрофитов [Миронов, 1985].

Во втором эксперименте в присутствии дополнительного количества органических веществ (мидийных выделений) наблюдается увеличение ( $p < 0,05$ ) содержания липидов с  $4,13 \pm 1,13$  до  $6,8 \pm 0,28$  мг/100 мг сухого веса. Наблюдались количественные изменения в химическом составе ульвы. Мидийные выделения, вероятно, выступили в роли своеобразного удобрения, так как наблюдалось увеличение СОВ (суммарное органическое вещество) ульвы, которое составило 116,5 % по сравнению с контрольным образцом, при этом возросла доля БНП (белок, нуклеиновые кислоты и их предшественники — аминокислоты, свободные нуклеотиды), липидов и пигментов [Муравьёва, 2004].

### Выводы

Проведено обобщение материалов по содержанию липидов в массовых видах водорослей-макрофитов, обитающих в прибрежных водах Севастополя. Содержание липидов в зелёных водорослях *Ulva rigida* в среднем составляет 2–5 % сухого веса, *Enteromorpha intestinalis* — 2–3 %, в красных водорослях *Callithamnion corymbosum* — 3–4 %, *Ceramium rubrum* — 2–3 %, в бурой водоросли *Cystoseira barbata* — 2 % сухого веса. Чёткой зависимости количества липидов от сезона года не установлено, но отмечена тенденция повышенного содержания липидов в водорослях из районов с большей степенью загрязнения. В эксперименте по влиянию соляра при трёхсуточной экспозиции статистически достоверной разницы в содержании липидов от их первоначальной концентрации в ульве не отмечено, а при наличии прижизненных выделений мидий в морской воде происходит увеличение содержания отдельных классов органических веществ в исследуемых водорослях, в том числе и липидов.

### Список литературы

1. Барашков Г. К. Сравнительная биохимия водорослей. – Москва : Пищ. пром-сть, 1972. – 336 с.
2. Калугина-Гутник А. А. Фитобентос Чёрного моря / АН УССР, Ин-т биологии юж. морей им. А. О. Ковалевского. – Киев : Наукова думка, 1975. – 248 с.
3. Куцун Е. Б., Ткаченко Ф. П. Содержание липидов и их жирнокислотный состав водорослей-макрофитов Чёрного моря // Гидробиологический журнал. – 2011. – Т. 47, № 2. – С. 65–71.
4. Миронов О. Г. Взаимодействие морских организмов с нефтяными углеводородами. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1985. – 127 с.
5. Миронов О. Г., Миловидова Н. Ю., Кирюхина Л. Н. О предельно допустимых концентрациях нефтепродуктов в донных осадках прибрежной зоны Чёрного моря // Гидробиологический журнал. – 1986. – Т. 22, № 6. – С. 76–78.
6. Миронов О. Г., Миронов О. А. Нефтяные углеводороды в морской воде прибрежной акватории г. Севастополя // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2015. – № 9. – С. 25–29.
7. Муравьёва И. П. Влияние освещённости и характера загрязнения на химический состав *Ulva rigida* Ag. // Экология моря. – 2004. – Вып. 66. – С. 72–78.
8. Руководство по современным биохимическим методам исследования водных экосистем, перспективных для промысла и марикультуры / Всерос. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва и океанографии ; под ред. А. И. Агатовой. – Москва : ВНИРО, 2004. – 123 с.
9. Хайлов К. М. Экологический метаболизм в море / АН УССР, Ин-т биологии юж. морей им. А. О. Ковалевского. – Киев : Наукова думка, 1971. – 252 с.
10. Хотимченко С. В., Светашев В. И. Жирные кислоты морских макрофитов // Биология моря. – 1987. – № 6. – С. 5–15.

11. Хотимченко С. В. Состав жирных кислот морских водорослей из разных по освещению мест обитания // Биология моря. – 2002. – № 3. – С. 232–234.
12. Haroon A. M., Szaniawska A. Variations in energy values and lipid content in *Enteromorpha* sp. From the Gulf of Gdansk // Oceanologia. – 1995. – Vol. 37, no. 2. – P. 171–180.
13. Selvi M., Shakila P., Selvaraj R. Studies on biochemical contents of macroalgae from Cuddalore and Thirumullaiavassal estuaries of Tamil Nadu // Seaweed Research and Utilisation. – 1999. – Vol. 21, no. 1/2. – P. 99–103.

## THE CONTENT OF LIPIDS IN MACROPHYTES OF DIFFERENT COASTAL WATER AREAS OF SEVASTOPOL (THE BLACK SEA)

Mironov O. A., Mironov O. G., Muraviova I. P.

A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russian Federation,  
e-mail: [mironov87@gmail.com](mailto:mironov87@gmail.com)

Materials on the content of lipids in mass algae macrophytes in the coastal waters of Sevastopol bays were summarized. The research area covered Artilleriyskaya, Karantinnaya, Kazachaya, Balaklavskaya bays and Neftegavan', Park Pobedy, Primorsky Boulevard. The lipid content in green algae *Ulva rigida* is on average 2 – 5% dry weight, *Enteromorpha intestinalis* 2 – 3 %, in red algae *Callithamnion corymbosum* 3 – 4 %, *Ceramium rubrum* 2–3 %, in brown algae *Cystoseira barbata* on average 2 % dry weight. A clear dependence of the lipids amount on the season of the year has not been established, but there is a tendency to increase the content of lipids in algae from areas with a higher degree of pollution. The experiment on the effect of solar oil during three-day exposure of *Ulva rigida* gave no statistically significant difference in the content of lipids compared to the native algae. The presence of mussel secretions, which acts as a kind of fertilizer, increases the content of lipids in the observed algae.

**Keywords:** macrophyte algae; lipids; coastal waters; hydrotechnical structures.

### Сведения об авторах

Миронов Олег Андреевич кандидат биологических наук, старший научный сотрудник ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского РАН», [mironov87@gmail.com](mailto:mironov87@gmail.com)

Миронов Олег Глебович доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского РАН»

Муравьёва Ирина Петровна младший научный сотрудник ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского РАН»

Поступила в редакцию 12.03.2020 г.  
Принята к публикации 02.03.2021 г.

УДК [581.526.325:594.124-113-161.3](262.5.04)

## ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ МИДИИ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAM., КУЛЬТИВИРУЕМОЙ В ПРИБРЕЖЬЕ Г. СЕВАСТОПОЛЯ\*

Поспелова Н. В., Приймак А. С.

ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», Севастополь,  
Российская Федерация,  
e-mail: [nvpospelova@mail.ru](mailto:nvpospelova@mail.ru)

Устойчивость марикультуры, как активно развивающейся отрасли сельского хозяйства, зависит от обеспеченности моллюсков пищей. Наличие и доступность пищи являются одними из основных факторов, лимитирующих рост и размножение двустворчатых моллюсков. Наиболее ценной частью взвешенного вещества для питания моллюсков-фильтраторов являются микроводоросли. Взаимодействие популяций мидий (как естественных, так и искусственных) и фитопланктона в качестве источника пищи известно давно. Установлено, что мидии, питающиеся микроводорослями, имеют более высокие темпы роста и быстрое развитие гонад по сравнению с особями, которые питаются детритом. Целью настоящей работы является сравнительный анализ состава фитопланктона в районе размещения марихозяйства (Севастополь, Чёрное море) и содержания желудков культивируемых мидий *Mytilus galloprovincialis*. Исследования проведены с февраля по август 2020 г. в районе мидийной фермы, расположенной на внешнем рейде Севастополя. Видовой состав и количественные характеристики фитопланктона в воде фермы типичны для прибрежных акваторий Крыма. Сходство состава микроводорослей в пробах воды и содержимом желудков мидий было максимальным в феврале (72 %), весной и летом не превышало 42 %. В пищевом комке мидий наиболее распространены диатомовые — 27 видов, 11 видов относятся к динофитовым водорослям. Наиболее распространённым видом в желудках мидий была динофлагеллята *Prorocentrum micans*. Наряду с планктонными видами отмечено значительное количество бентосных диатомовых водорослей, которые не были встречены в планктоне. Подтверждена избирательность при питании культивируемых мидий микроводорослями. Виды микрофитов, продуцирующих токсины, отмечены в желудках мидий и в воде. Поскольку рост и размножение двустворчатых моллюсков зависят от качества их рациона, для повышения эффективности морского фермерства необходимо учитывать условия, при которых культивируемые моллюски имеют доступную пищу для максимального генеративного и соматического роста.

**Ключевые слова:** марикультура, фитопланктон, *Mytilus galloprovincialis*, спектр питания, содержимое желудков.

### Введение

Моллюски-фильтраторы — один из основных объектов аквакультуры во многих странах. В России марикультура сегодня является активно развивающейся отраслью сельского хозяйства. Устойчивость этой отрасли зависит не только от знаний о воздействии популяций мидий на экосистему, но и от обеспеченности моллюсков пищей. Именно наличие и доступность пищи являются одними из основных факторов, лимитирующих рост и размножение гидробионтов, в том числе двустворчатых моллюсков. Доступность пищи в значительной степени зависит от концентрации, состава и скорости переноса взвешенного в воде вещества [Strohmeier et al., 2008]. Трофически ценной частью взвешенного органического вещества для питания моллюсков-фильтраторов являются микроводоросли, от поступления которых в акваторию фермы зависит эффективность морского фермерства. Видовой состав и количественные показатели микроводорослей

---

\*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Севастополя в рамках научного проекта № 20-44-925001, а также в рамках темы НИР государственного задания ФИЦ ИнБЮМ (№ госрегистрации АААА-А18-118021350003-6).

в прибрежных морских водах характеризуются значительными пространственно-временными колебаниями [Рябушко и др., 2017; Сеничева, 1990; Rouillon et al., 2005]. Качественные и количественные характеристики фитопланктона часто используются для оценки качества вод прибрежных акваторий, для выбора мест размещения марихозяйств. Не менее важным является наблюдение за развитием планктонных микроводорослей в целях контроля качества продукции морских ферм, поскольку в Чёрном море встречаются виды, которые выделяют фитотоксины, способные накапливаться в теле моллюсков. Их концентрация в мидиях может достигать опасных уровней (так называемый «моллюсковый токсикоз») для человека при употреблении морепродуктов в пищу [Рябушко, 2003]. Взаимодействие популяций мидий (как естественных, так и искусственных) и фитопланктона как источника пищи известно давно. Так, установлено, что мидии, питающиеся микроводорослями, имеют более высокие темпы роста и быстрое развитие гонад по сравнению с особями, которые питаются детритом [Иванов и др., 1989]. Известно, что пищевая ценность различных видов микроводорослей для двустворчатых моллюсков различна, но этот аспект исследован недостаточно. Знание спектра питания мидии *Mytilus galloprovincialis* имеет важное значение с точки зрения понимания роста и динамики её поселений как в условиях марихозяйства, так и в природных популяциях.

Целью работы является сравнительный анализ таксономического состава микроводорослей в районе размещения марихозяйства (Севастополь, Чёрное море) и в содержимом желудков культивируемых мидий *M. galloprovincialis*.

### Материал и методы

*Характеристика места отбора проб.* Исследования проведены с февраля по август 2020 г. в районе мидийно-устричной фермы. Ферма расположена на внешнем рейде Севастопольской бухты, в 700 м от берега на глубинах 5–10 м, между бухтами Карантинная и Севастопольская, площадь акватории — 8 га. Севернее Севастопольской бухты в море впадает река Бельбек, непосредственно в бухту — река Чёрная. Скорости течений на ферме составляют от 5 до 20 см/с, что достаточно для хорошего обмена вод. Для этого района характерны скрытые, не выходящие на поверхность сгонные процессы (апвеллинги), которые наблюдаются при устойчивых ветрах восточной и северо-восточной составляющей [Куфтаркова и др., 2006]. Индекс эвтрофикации вод E-TRIX показал широкий диапазон варьирования значений — 1,63–4,33. Воды в районе фермы классифицированы как мезотрофные [Губанов и др., 2004]. Температура воды в районе фермы с февраля по август 2020 г. изменялась от 9,2 до 25,6 °С.

*Методы сбора и обработки проб фитопланктона.* Периодичность отбора проб — каждые 2 месяца. Для изучения видового разнообразия, численности и биомассы микроводорослей фитопланктона пробы воды объёмом 1,5 л отбирали с поверхности моря, сгущали методом обратной фильтрации через ядерные мембраны ( $D_{\text{пор}} = 1$  мкм). Обработку проб проводили методом прямого микроскопирования водорослей в живой и сгущенной капле ( $V = 0,01$  мл), а также в счётной камере ( $V = 0,7$  мл). Пробы обрабатывали в трёх повторностях с использованием светового микроскопа Jenaval Carl Zeiss при увеличении 10 x 25. Идентификацию таксономических групп и видового состава микроводорослей осуществляли по определителям [Киселев, 1950; Прошкина-Лавренко, 1955; Крахмальний, 2011; Прошкина-Лавренко, 1963; Tomas, 1993]. Расчёты численности и биомассы фитопланктона выполнены с помощью компьютерной программы, разработанной в ИнБЮМ [Лях, Брянцева, 2001].

*Методы сбора и обработки проб мидий.* Моллюсков отбирали с коллекторов фермы, с глубины до 6 м, и немедленно доставляли в лабораторию. Для изучения питания моллюсков препарировали желудок, содержимое которого анализировали под микроскопом. Исследования

проведены для двух размерных групп моллюсков — 3–4 см и более 5 см, которых препарировали сразу после отбора проб. Содержимое желудков 5–7 экз. мидий каждой размерной группы объединяли, измеряли объём пробы, в трёх повторностях отбирали аликвоту 0,02 мкл для микроскопирования. Всего было отобрано четыре пробы фитопланктона и препарировано 48 экз. мидий.

*Методы оценки биологического разнообразия.* Видовой состав альгофлоры и содержимого желудков сравнивали с помощью коэффициента Чекановского — Съеренсена по формуле:  $K_s = 2c / (a + b)$ , где  $c$  — число общих видов в двух пробах,  $a$  и  $b$  — число видов в пробах 1 и 2 соответственно [Шитиков, Розенберг, Зинченко, 2003]. Индекс встречаемости видов рассчитывали в процентах от общего числа проб по формуле:  $F = 100 \cdot p / P$ , где  $p$  — число проб, в которых отмечен данный таксон,  $P$  — общее число проб [Девяткин, Митропольская, 2002].

## Результаты

*Состав и количественные характеристики фитопланктона.* Численность клеток фитопланктона в толще воды колебалась в широких пределах, диапазон составил 25–480 тыс. кл.  $\cdot$ л<sup>-1</sup>. Изменчивость обилия различных групп фитопланктона представлена на рисунке 1.

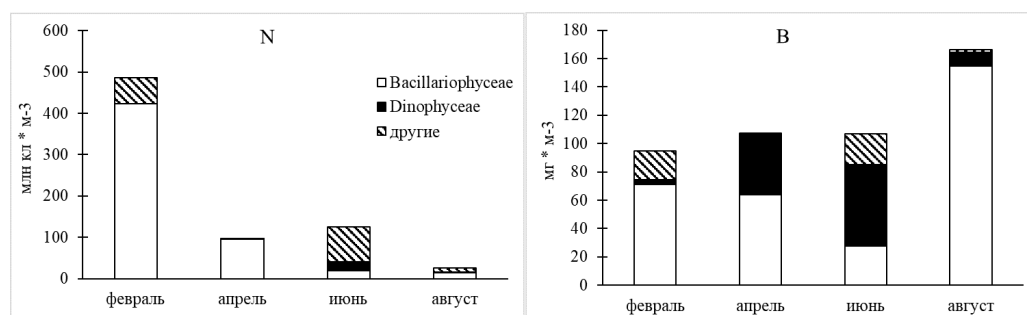


Рис. 1. Численность (N) и биомасса (B) фитопланктона в акватории марихозяйства

Максимальные значения численности отмечены в феврале (рис. 1). В качестве доминирующих видов развивались диатомовые водоросли *Pseudo-nitzschia* spp., *Skeletonema costatum* и кокколитофориды *Emiliania huxleyi* (табл. 1). В апреле численность фитопланктона снизилась до 100 тыс. кл.  $\cdot$ л<sup>-1</sup>. Продолжали развиваться *Pseudo-nitzschia* spp., к ним присоединились характерные для этого периода года виды рода *Chaetoceros*, из которых доминирующим был *Ch. compressus*. В начале лета значения численности незначительно превышали показатели весеннего периода (124 тыс. кл.  $\cdot$ л<sup>-1</sup>). Вновь доминировала кокколитофориды *E. huxleyi*, ей сопутствовали теплолюбивые динофлагелляты рода *Prorocentrum*, максимума обилия достигала *P. balticum* (табл. 1). В августе, с прогревом водной толщи до 25 °С и выше, показатели обилия планктонных микроводорослей снижались до минимальных значений (26 тыс. кл.  $\cdot$ л<sup>-1</sup>). В планктоне появились *Proboscia alata* и *Pseudosolenia calcar-avis*, длина клеток которых порой превышала 1000 мкм. Также продолжала развиваться *E. huxleyi*. Суммарные значения биомассы фитопланктона варьировали от 95 до 166 мг  $\cdot$ м<sup>-3</sup> с максимальными значениями в августе (рис. 1) на фоне доминирования крупноклеточных форм водорослей.

На основании ранее полученных нами данных [Рябушко и др., 2017], а также данных настоящей работы приведены 10 наиболее часто встречающихся видов микроводорослей в планктоне фермы (рис. 2), 9 из которых — планктонные диатомовые водоросли и 1 вид — кокколитофориды *E. huxleyi*. Индекс встречаемости этих видов составил 0,5–1. Наиболее распространённые виды не всегда являлись более многочисленными (табл. 1, рис. 2).



Фитопланктон в содержимом желудка: сравнение с кормовой базой. В желудках мидий обнаружено 45 видов микроводорослей, из них 27 — диатомовые, 10 — динофлагелляты, 3 — кокколитофорида, 2 — силикафлагелляты, 2 — эбридиевые, 2 — зелёные. Сезонная динамика численности микроводорослей в желудках мидий характеризовалась пиком в феврале, обусловленным диатомовыми водорослями *Pseudo-nitzschia* spp., *S. costatum* и кокколитофоридой *E. huxleyi*. Второй пик (в четыре раза ниже первого) отмечен в июне, основу пищевого комка составляли динофлагелляты *Prorocentrum balticum*, *P. micans* и вновь кокколитофориды *E. huxleyi* (табл. 1).

Таблица 1

Общая численность ( $N_{\text{общ.}}$ ) фитопланктона и доминирующих видов МВ ( $N$ ) в районе морской фермы и в желудках коллекторной мидии *M. galloprovincialis*, (Чёрное море, 2020 г.)

Месяц	Фитопланктон			МВ в желудках мидии			Индекс Чека-новского—Сьёренсена
	$N_{\text{общ.}}$ , тыс.кл.·л <sup>-1</sup>	Доминант	% от $N_{\text{общ.}}$	$N_{\text{жсл.}}$ , тыс.кл.экз. <sup>-1</sup>	Доминант	% от $N_{\text{жсл.}}$	
февраль	486	<i>Pseudo-nitzschia</i> spp. <i>Skeletonema costatum</i> <i>Emiliana huxleyi</i>	62 23 10	93–196*	<i>Pseudo-nitzschia</i> spp. <i>Emiliana huxleyi</i> <i>Skeletonema costatum</i>	55–71* 4–18 2–14	72
апрель	96	<i>Pseudo-nitzschia</i> spp. <i>Chaetoceros compressus</i>	41 39	0,8–2,7	<i>Prorocentrum micans</i> <i>P. compressum</i> <i>Licmophora gracilis</i>	42–73 4–5 4–5	36
июнь	124	<i>Emiliana huxleyi</i> <i>Prorocentrum balticum</i>	58 13	4,1–9,5	<i>Prorocentrum balticum</i> <i>P. micans</i> <i>E. huxleyi</i>	44–68 4–19 2–7	42
август	26	<i>Proboscia alata</i> <i>Emiliana huxleyi</i>	44 39	0,07–0,5	<i>P. compressum</i> <i>Phalacrocoma rotundatum</i> <i>P. micans</i>	30–50 10–27 9–30	38

\* — диапазон значений для размерных групп мидий

Сходство состава микроводорослей в пробах воды и содержимом желудков мидий было максимальным в феврале (72 %), весной и летом не превышало 42 %. Основной вклад в численность микроводорослей в содержимом желудка в период исследования вносили динофлагелляты рода *Prorocentrum*, которые составляли до 85 % от общей плотности клеток в мидии. Исключение составил февраль, когда желудки мидий более чем на 80 % были наполнены диатомовыми водорослями, значительная доля (4–18 %) была сформирована представителем кокколитофорид *E. huxleyi* (табл. 1).

При сравнении содержимого желудков мидий двух размерных групп в исследуемый период в целом наблюдался схожий видовой состав микроводорослей — индекс сходства варьировал от 65 до 92 % (табл. 2).

Некоторые несоответствия в содержимом желудков могут быть связаны с низкой встречаемостью отдельных видов микроводорослей. Размер клеток фитопланктона в рационе мидий составлял от 5 до 600 мкм. Динофлагеллята *P. micans* была наиболее распространённым видом в желудках мидий обеих размерных групп. Наряду с планктонными видами отмечено значительное количество бентосных диатомовых водорослей, которые в период исследований не были встречены в планктоне.

Для 10 наиболее распространённых видов микроводорослей, обнаруженных в акватории марикультуры и в желудках мидий, рассчитан индекс встречаемости (рис. 2). Показано, что состав видов в фитопланктоне и в желудках мидий различен — обнаружено пять общих видов, относящихся к диатомовым водорослям. В пищевом комке мидий наиболее распространёнными были диатомовые — 6 видов, 4 вида — динофитовые водоросли.

Таблица 2

## Микроводоросли, обнаруженные в желудках мидий двух размерных групп

Размерная группа	Февраль 2020		Апрель 2020		Июнь 2020		Август 2020	
	3-4 см	≥ 5 см	3-4 см	≥ 5 см	3-4 см	≥ 5 см	3-4 см	≥ 5 см
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>								
<b>Планктонные</b>								
<i>Chaetoceros simplex</i> Ostenfeld, 1902	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve, 1889	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder, 1864	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros peruvianus</i> Brightwell, 1856	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Coscinodiscus janischii</i> A.Schmidt, 1878	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Cyclotella choctawhatcheeana</i> Prasad, 1990	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Reimann & J.C.Lewin, 1964	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i> (Bergon) Hasle, 1996	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia tenuirostris</i> Mer.	+	+	-	+	+	+	-	-
<i>Pseudo-nitzschia caliantha</i> Lundholm, Moestrup & Hasle, 2003	+	+	+	-	+	+	-	-
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i> (Schultze) B.G.Sundström, 1986	-	+	+	+	+	+	+	-
<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundström, 1986	+	+	-	-	+	+	+	+
<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve, 1873	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky, 1902	+	+	+	+	+	+	-	+
<b>Бентосные</b>								
<i>Achnanthes longipes</i> C.Agardh, 1824	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Synedra crystallina</i> (C.Agardh) Kützing, 1844	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehrenberg, 1838	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Haslea ostrearia</i> (Gaillon) Simonsen, 1974	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Licmophora flabellata</i> (Grev.) C.Agardh, 1831	-	-	+	+	-	+	-	-
<i>Licmophora gracilis</i> (Ehrenberg) Grunow, 1867	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>Licmophora ehrenbergii</i> (Kützing) Grunow, 1867	-	-	+	-	+	+	-	-
<i>Melosira nummuloides</i> C.Agardh, 1824	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Pleurosigma elongatum</i> W.Smith, 1852	-	+	-	-	-	+	+	-
<i>Striatella unipunctata</i> (Lyngbye) C.Agardh, 1832	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Striatella interrupta</i> (Ehrenberg) Heiberg, 1863	-	-	-	-	-	+	-	-

Продолжение на следующей странице...

ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ МИДИИ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAM., КУЛЬТИВИРУЕМОЙ В ПРИБРЕЖЬЕ Г. СЕВАСТОПОЛЯ

Размерная группа	Февраль 2020		Апрель 2020		Июнь 2020		Август 2020	
	3-4 см	≥ 5 см	3-4 см	≥ 5 см	3-4 см	≥ 5 см	3-4 см	≥ 5 см
<i>Tabularia tabulata</i> (C.Agardh) Snoeijs, 1992	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>Trachyneis aspera</i> (Ehrenberg) Cleve, 1894	-	-	+	-	-	-	-	-
DINOPHYCEAE								
<i>Dinophysis acuminata</i> Claparède & Lachmann, 1859	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>Dinophysis caudata</i> Saville-Kent, 1881	-	-	-	-	+	+	+	+
<i>Gymnodinium wulfii</i> J.Schiller, 1933	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>Heterocapsa triquetra</i> (Ehrenberg) F.Stein, 1883	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>Phalacroma rotundatum</i> (Claparède & Lachmann) Kofoid & J.R.Michener, 1911	-	-	-	-	-	-	+	+
<i>Prorocentrum balticum</i> (Lohmann) Loeblich III, 1970	-	-	-	-	+	+	+	+
<i>Prorocentrum compressum</i> (Bailey) T.H.Abé ex J.D.Dodge, 1975	-	-	+	+	+	+	+	+
<i>Prorocentrum cordatum</i> (Ostenfeld) J.D.Dodge, 1975	+	+	+	-	+	+	-	+
<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg, 1834	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>Scrippsiella trochoidea</i> (F.Stein) A.R.Loeblich III, 1976	+	-	-	-	-	+	-	-
ДРУГИЕ								
<i>Emiliania huxleyi</i> (Lohmann) W.W.Hay & H.P.Mohler, 1967	+	+	-	-	+	+	-	-
<i>Calcidiscus leptoporus</i> (G.Murray & V.H.Blackman) Loeblich Jr. & Tappan, 1978	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Oolithotus fragilis</i> (Lohmann) Martini & C.Müller, 1972	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Octactis speculum</i> (Ehrenberg) F.H.Chang, J.M.Grieve & J.E.Sutherland, 2017	+	+	+	+	-	-	-	-
<i>Octactis octonaria</i> (Ehrenberg) Hovasse, 1946	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ebria tripartita</i> (J.Schumann) Lemmermann, 1899	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Hermesinum adriaticum</i> Zacharias, 1906	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>Pterosperma cristatum</i> Schiller, 1925	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tetraselmis</i> sp. F.Stein, 1878	-	-	-	-	+	+	-	-
Индекс Чекановского — Сьёренсена	92		65		90		67	

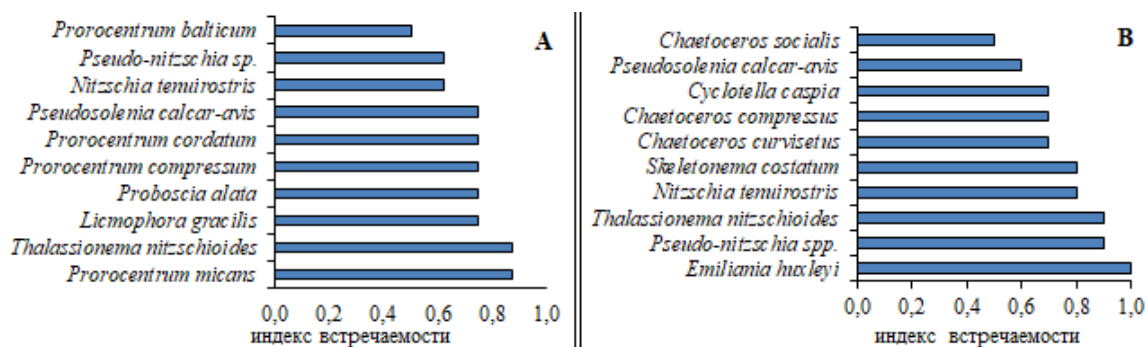


Рис. 2. Индекс встречаемости различных видов микроводорослей в желудках мидий (А) и фитопланктоне фермы (В)

### Обсуждение

Видовой состав микроводорослей в содержимом желудков мидий отличался от такового в воде. Отмечено увеличение числа видов и плотности клеток бентосных диатомовых водорослей в желудках по сравнению с их составом и численностью в воде. Известно, что мидии могут собирать микроводоросли с собственной раковины и с раковин других мидий с помощью ноги [Цихон-Луканина, 1987]. Динофлагелляты, которые являлись второстепенным компонентом фитопланктона в воде, достигали в среднем 25–30 % от численности микроводорослей в желудках мидий. Увеличение количества динофлагеллят в содержимом желудков, по сравнению с фитопланктоном, характерно для различных видов двустворчатых моллюсков [Рябушко и др., 2017; Сеничева, 1990; Rouillon et al., 2005; Xu, Yang, 2007]. Другие исследования рациона *M. galloprovincialis* показали, что в желудках количество диатомовых водорослей и динофлагеллят было ниже, чем других групп фитопланктона [Prato et al., 2010]. По-видимому, это связано с избирательностью питания моллюсков. Результаты данной работы, как и наших более ранних исследований [Поспелова, Трощенко, Субботин, 2018; Рябушко и др., 2017], показали, что динофлагелляты в желудках мидий в основном представлены клетками водорослей рода *Prorocentrum*, даже когда в морской воде эти виды были представлены единично. Эту избирательность можно объяснить способностью к накоплению динофлагеллят, проявляемой двустворчатыми моллюсками [Rouillon et al., 2005]. Некоторые авторы предполагают, что это может быть связано с кратковременным развитием динофлагеллят, не совпадающим с отбором проб морской воды [Shumway et al., 1985; Sidari et al., 1998]. Возможно также, что эти виды более устойчивы к внеклеточному пищеварению и дольше остаются в кишечнике [Rouillon et al., 2005].

Важность фитопланктона в спектре питания двустворчатых моллюсков очевидна. Известно, что двустворчатые моллюски имеют более высокие темпы роста и быстрое развитие гонад при питании микроводорослями по сравнению с особями, которые питаются детритом [Иванов и др., 1989; Arapov et al., 2010]. Важным источником пищи мидий являются и бентосные диатомовые [Рябушко и др., 2017; Цихон-Луканина, 1987; Morioka et al., 2017].

Несмотря на то что для роста мидий решающее значение имеет численность планктона, состав планктона также важен. Например, микроводоросли, продуцирующие токсины, могут влиять на качество продукции моллюсков и это требует раннего обнаружения. В настоящей работе обнаружены два вида динофлагеллят, продуцирующие токсины, — *Dinophysis acuminata* и *D. caudata* [Vershinin, Orlova, 2008], однако как в планктоне, так и в желудках мидий клетки этих водорослей представлены единично. Доказана токсичность диатомовой водоросли *Pseudo-nitzschia caliantha* из Чёрного моря [Besiktepe et al., 2008]. Этот вид обнаружен нами в желудках мидий в период исследования (кроме августа), а также часто встречался в планктоне. Есть данные, что динофитовая

*Ph. rotundatum*, обнаруженная нами в августе как в желудках, так и в планктоне, также может содержать фитотоксины [*Phalacroma rotundatum...*, 2009]. Однако некоторые исследователи предполагают, что этот вид не продуцирует токсины *de novo*, а содержание токсинов в клетках может быть следствием питания инфузориями, которые ранее охотились на токсичных *Dinophysis* spp. [González-Gil et al., 2011]. Данные о токсичности еще одного вида динофитовых — *P. cordatum* (синоним *P. minimum*) в морских пелагических пищевых сетях противоречивы. Этот вид — распространённый компонент содержимого желудков мидий и планктона в нашей работе. Одни авторы указывают на наличие токсинов у данного вида [Grzebyk et al., 1997; Heil, Glibert, Fan, 2005; Vlamiš et al., 2015]. Другие попытки обнаружить токсичное воздействие *P. cordatum* не увенчались успехом [Kat, 1985]. Некоторые исследователи предполагают, что токсичность этой динофлагелляты зависит от условий окружающей среды [Wikfors, 2005].

Существование избирательности в питании моллюсков-фильтраторов описано в многочисленных исследованиях, однако причина такой избирательности не ясна. Некоторые авторы предполагают, что отбор обусловлен размером частиц или питательной ценностью клеток [Иванов и др., 1989; Сеничева, 2007; Arapov et al., 2010]. Другие исследователи [Shumway et al., 1985] показали, что разные виды двустворок используют разные механизмы отбора частиц: одни моллюски отправляют в псевдофекалии динофлагелляты, другие — диатомовые водоросли и т. д. Тропический двустворчатый моллюск *Lithopaga simplex* отбирает частицы не только по размеру, но и на основе формы клеток и более высокого содержания пигментов [Yahel et al., 2009]. Таким образом, множество исследований подтверждают тот факт, что двустворчатые моллюски способны выбирать пищу, однако факторы, определяющие отбор, неизвестны и требуют дальнейшего изучения.

## Выводы

Двустворчатые моллюски могут использовать для питания широкий спектр микроводорослей, что делает их важной частью морских пищевых цепей. Подтверждена избирательность при питании культивируемых мидий микроводорослями, однако механизмы этого процесса требуют дальнейших исследований. Поскольку рост и размножение двустворчатых моллюсков зависит от качества их рациона, для повышения эффективности морского фермерства необходимо учитывать условия, при которых культивируемые моллюски имеют доступную пищу для максимального генеративного и соматического роста.

## Список литературы

1. Губанов В. И., Мальченко Ю. А., Куфтаркова Е. А., Ковригина Н. П. Диагноз современного состояния вод Севастопольского взморья (Чёрное море) по результатам мониторинга гидрохимических характеристик // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – 2004. – № 10. – С. 141–148.
2. Девяткин В. Г., Митропольская И. В. Встречаемость видов водорослей как показатель биологического разнообразия альгоценозов // Динамика разнообразия гидробионтов во внутренних водоемах России / Ин-т биологии внутр. вод им. И. Д. Папанина ; под ред. В. Г. Папченкова. – Ярославль : Изд-во Ярослав. гос. техн. ун-та, 2002. – С. 5–22.
3. Иванов В. Н., Холодов В. И., Сеничева М. И., Пиркова А. В., Булатов К. В. Биология культивируемых мидий / АН СССР, Ин-т биологии юж. морей им. А. О. Ковалевского. – Киев : Наукова думка, 1989. – 100 с.
4. Киселев И. А. Определитель по фауне СССР. Панцирные жгутиконосцы (Dinoflagellata) морей и пресных вод СССР. – Москва ; Ленинград : Изд-во АН СССР, 1950. – 280 с. – (Определители по фауне СССР, издаваемые Зоологическим институтом Академии наук СССР ; 33).



5. Крахмальный А. Ф. Динофитовые водоросли Украины (иллюстрированный определитель). – Киев : Альтерпрес, 2011. – 444 с.
6. Куфтаркова Е. А., Губанов В. И., Ковригина Н. П., Еремин И. Ю., Сеничева М. И. Экологическая оценка современного состояния вод в районе взаимодействия Севастопольской бухты с прилегающей частью моря // Морской экологический журнал. – 2006. – Т. 5, № 1. – С. 72–91.
7. Лях А. М., Брянцева Ю. В. Компьютерная программа для расчёта основных параметров фитопланктона // Экология моря. – 2001. – Вып. 58. – С. 87–90.
8. Поспелова Н. В., Троценко О. А., Субботин А. А. Изменчивость кормовой базы двустворчатых моллюсков в двухлетнем цикле выращивания на мидийно-устричной ферме (Чёрное море, Голубой залив) // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Сер.: Биология. Химия. – 2018. – Т. 4 (70), № 4. – С. 148–164.
9. Прошкина-Лавренко А. И. Диатомовые водоросли планктона Чёрного моря. – Москва ; Ленинград : Изд-во АН СССР, 1955. – 224 с.
10. Прошкина-Лавренко А. И. Диатомовые водоросли планктона Чёрного моря. – Москва ; Ленинград : Изд-во АН СССР, 1963. – 244 с.
11. Рябушко Л. И. Потенциально опасные микроводоросли Азово-Черноморского бассейна / НАН Украины, Ин-т биологии юж. морей им. А. О. Ковалевского. – Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – 288 с.
12. Рябушко Л. И., Поспелова Н. В., Бальчева Д. С., Ковригина Н. П., Троценко О. А., Капранов С. В. Исследования микрофитобентоса эпизоона *Mytilus galloprovincialis* Lam., фитопланктона и гидролого-гидрохимических характеристик акватории мидийной фермы (Севастополь, Чёрное море) // Морской биологический журнал. – 2017. – Т. 2, № 4. – С. 67–83. – <https://doi.org/10.21072/mbj.2017.02.4.07>
13. Сеничева М. И. Характеристика фитопланктона как объекта питания *Mytilus galloprovincialis* Lam. в районе марихозяйства бухты Ласпи // Экология моря. – 1990. – Вып. 36. – С. 7–15.
14. Сеничева М. И. Кормовая база мидий, динамика фитопланктона в районах размещения ферм // Марикультура мидий на Чёрном море / НАН Украины, Ин-т биологии юж. морей им. А. О. Ковалевского ; [ред. В. Н. Иванов]. – Севастополь : ЭКОСИ Гидрофизика, 2007. – С. 94–107.
15. Цихон-Луканина Е. А. Трофология водных моллюсков. – Москва : Наука, 1987. – 175 с.
16. Шитиков В. К., Розенберг Г. С., Зинченко Т. Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации / Ин-т экологии Волжского бассейна РАН. – Тольятти : ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.
17. Arapov J., Ezgeta-Balic D., Peharda M., Glandanl Z. N. Bivalve feeding — how and what they eat? // Ribarstvo. – 2010. – Vol. 68, iss. 3. – P. 105–116.
18. Besiktepe S., Ryabushko L., Ediger D., Yimaz D., Zenginer A., Ryabushko V., Lee R. Domoic acid production by *Pseudo-nitzschia calliantha* Lundholm, Moestrup et Hasle (Bacillariophyta) isolated from the Black Sea // Harmful Algae. – 2008. – Vol. 7, iss. 4. – P. 438–442. – <https://doi.org/10.1016/j.hal.2007.09.004>
19. González-Gil S., Pizarro G., Paz B., Velo-Suarez L., Reguera B. Considerations on the toxigenic nature and prey sources of *Phalacrocoma rotundatum* // Aquatic Microbial Ecology. – 2011. – Vol. 64, no. 2. – P. 197–203. – <https://doi.org/10.3354/ame01523>
20. Grzebyk D., Denardou A., Berland B., Pouchus Y.F. Evidence of a new toxin in the redtide dinoflagellate *Prorocentrum minimum* // Journal of Plankton Research. – 1997. – Vol. 19, iss. 8. – P. 1111–1124. – <https://doi.org/10.1093/plankt/19.8.1111>
21. Heil C. A., Glibert P. M., Fan C. *Prorocentrum minimum* (Pavillard) Schiller. A review of a harmful algal bloom species of growing worldwide importance // Harmful Algae. – 2005. – Vol. 4, iss. 3. – P. 449–470. – <https://doi.org/10.1016/j.hal.2004.08.003>
22. Kat M. *Dinophysis acuminata* blooms, the distinct cause of Dutch mussel poisoning // Toxic dinoflagellates : Proceedings of the Third International Conference on Toxic Dinoflagellates, St. Andrews, New Brunswick, Canada, June 8-12, 1985 / Eds: D. M. Anderson, A. W. White, D. G. Baden. – New York, NY, USA : Elsevier, 1985. – P. 73–78.
23. Morioka H., Kasai A., Miyake Y., Kitagawa T., Kimura S. Food composition for Blue mussels (*Mytilus edulis*) in the Menai Strait, UK, based on physical and biochemical analyses // Journal of Shellfish Research. – 2017. – Vol. 36, iss. 3. – P. 659–668. – <https://doi.org/10.2983/035.036.0315>

24. *Phalacroma rotundatum* (Claparède & Lachmann) Kofoid & J.R.Michener, 1911 // IOC-UNESCO Taxonomic Reference List of Harmful Micro Algae / Eds: Ø. Moestrup, R. Akselmann-Cardella, C. Churro, S. Fraga, M. Hoppenrath, M. Iwataki, J. Larsen, N. Lundholm, A. Zingone (2009 onwards). – URL: <http://www.marinespecies.org/hab/aphia.php?p=taxdetails&id=156505> [accessed on: 16.03.2021].
25. Prato E., Danieli A., Maffia M., Biandolino F. Lipid and fatty acid compositions of *Mytilus galloprovincialis* cultured in the Mar Grande of Taranto (Southern Italy): feeding strategies and trophic relationships // Zoological Studies. – 2010. – Vol. 49, no. 2. – P. 211–219.
26. Rouillon G., Guerra Rivas J., Ochoa N., Navarro E. Phytoplankton composition of the stomach contents of the mussel *Mytilus edulis* L. from two populations: comparison with its food supply // Journal of Shellfish Research. – 2005. – Vol. 24, no. 1. – P. 5–14. – [https://doi.org/10.2983/0730-8000\(2005\)24\[5:PCOTSC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2983/0730-8000(2005)24[5:PCOTSC]2.0.CO;2)
27. Shumway S., Cucci T., Newell R., Yentsch C. Particle selection, ingestion, and absorption in filter-feeding bivalves // Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. – 1985. – Vol. 91, iss. 1/2. – P. 77–92. – [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(85\)90222-9](https://doi.org/10.1016/0022-0981(85)90222-9)
28. Sidari I., Nichetto P., Cok S., Sosa S., Tubaro A., Honsell G., Della Loggia R. Phytoplankton selection by mussel, and diarrhetic shellfish poisoning // Marine Biology. – 1998. – Vol. 131. – P. 103–111. – <https://doi.org/10.1007/s002270050301>
29. Strohmeier T., Duinker A., Strand O., Aure J. Temporal and spatial variation in food availability and meat ratio in a longline mussel farm (*Mytilus edulis*) // Aquaculture. – 2008. – Vol. 276, iss. 1/4. – P. 83–90. – <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.01.043>
30. Tomas C. R. Marine Phytoplankton. A Guide to naked flagellates and Coccolithophorids / Ed. C. R. Tomas. – San Diego : Academic Press Inc., 1993. – 263 p.
31. Vershinin A. O., Orlova T. Y. Toxic and harmful algae in the coastal waters of Russia // Oceanology. – 2008. – Vol. 48, iss. 4. – P. 524–537. – <https://doi.org/10.1134/S0001437008040085>
32. Vlamis A., Katikou P., Rodriguez I., Rey V., Alfonso A., Papazachariou A., Zacharaki T., Botana A. M., Botana L. M. First detection of tetrodotoxin in Greek shellfish by UPLC-MS/MS potentially linked to the presence of the dinoflagellate *Prorocentrum minimum* // Toxins. – 2015. – Vol. 7, iss. 5. – P. 1779–1807. – <https://doi.org/10.3390/toxins7051779>
33. Wikfors G. H. A review and new analysis of trophic interactions between *Prorocentrum minimum* and clams, scallops, and oysters // Harmful Algae. – 2005.– Vol. 4, iss. 3. – P. 585–592. – <https://doi.org/10.1016/j.hal.2004.08.008>
34. Xu Q., Yang H. Food sources of three bivalves living in two habitats of Jiaozhou Bay (Qingdao, China): Indicated by lipid biomarkers and stable isotope analysis // Journal of Shellfish Research. – 2007. – Vol. 26, no. 2. – P. 1–7. – [https://doi.org/10.2983/0730-8000\(2007\)26\[561:FSOTBL\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2983/0730-8000(2007)26[561:FSOTBL]2.0.CO;2)
35. Yahel G., Marie D., Beninger P. G., Eckstein S., Genin A. In situ evidence for precapture qualitative selection in the tropical bivalve *Lithophaga simplex* // Aquatic Biology. – 2009. – Vol. 6. – P. 235–246. – <https://doi.org/10.3354/ab00131>

## THE FEEDING OF *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAM. CULTIVATING IN COASTAL WATERS OF SEVASTOPOL

Pospelova N. V., Priimak A. S.

A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russian Federation,  
e-mail: [nvpospelova@mail.ru](mailto:nvpospelova@mail.ru)

Mariculture is an intensely-developing field of agriculture. Its stability depends on availability of feed for mollusks. Availability of feed is the one of the main factors limiting growth and reproduction of bivalve. Microalgae are the most valuable part of suspended matter suitable for feeding of filter-feeding mollusks. Relationship between mussel's populations (natural and artificial) and phytoplankton (as a source of feed) is generally known. It's established that growth rates and gonads development are better with microalgae feeding of mussels in comparison with detritus feeding. The aim of this work is to compare the phytoplankton composition in the water

of mariculture farm and in the stomach of *Mytilus galloprovincialis* cultivating at this farm. Investigation was carried out from February till August 2020 in the mussel farm at the external roadstead of Sevastopol. Qualitative and quantitative characteristics of farm-water phytoplankton are typical for coastal waters of Crimea. The similarity of microalgae composition in water samples and mussel's stomach reached its maximum (72%) in February but was not more than 42% during spring and autumn. 27 diatoms and 11 dinoflagellate species prevailed in the stomach content of mussels. The most abundant species in stomach was dinoflagellate *Prorocentrum micans*. Also, a great number of benthic diatoms were recorded, which weren't identified in plankton. The selectivity of microalgae mussel's feeding is confirmed. Toxin-producing microalgae were rarely identified in mussel's stomach and water samples. Growth and reproduction of bivalves depends on feed quality. That is why it is necessary to consider the conditions under which the feed for good growth is available for mollusks.

**Keywords:** mariculture; phytoplankton; *Mytilus galloprovincialis*; feeding; stomach content.

#### Сведения об авторах

Поспелова  
Наталья  
Валериевна кандидат биологических наук, учёный секретарь ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», nvpospelova@mail.ru

Приймак  
Анастасия  
Сергеевна аспирант ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», 123klimova321@gmail.com

Поступила в редакцию 09.09.2020 г.  
Принята к публикации 25.02.2021 г.

---

**ИСТОРИЧЕСКИЕ, АРХЕОЛОГИЧЕСКИЕ  
И ИСКУССТВОВЕДЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

---

УДК 574.4

**ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И ДИНАМИКИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭКОСИСТЕМ\***

**Горбунов Р. В.**

*ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», Севастополь,  
Российская Федерация,  
e-mail: karadag\_station@mail.ru*

В работе представлены результаты исследований развития представлений о функционировании и динамике региональных экосистем. Особое внимание уделено функционированию и динамике экосистем на фоне климатических изменений. Выявлены этапы развития представлений о функционировании и динамике экосистем. Показано развитие представлений в мировой и российской научных традициях. Особое внимание уделено роли крымских научных школ в развитии теории и методологии исследований функционирования и динамики экосистем. Показано, что, несмотря на значительное количество публикаций в этом направлении, вопросы теории и методологии изучения процессов функционирования и динамики региональных экосистем в условиях климатических изменений до конца не разработаны.

**Ключевые слова:** экосистема, региональная экосистема, функционирование экосистем, динамика экосистем, изменение климата.

**Введение**

В настоящее время одной из самых обсуждаемых научных проблем является проблема глобального изменения климата. Этому вопросу посвящено множество публикаций, направленных на исследование как причин климатических изменений, так и последствий этих изменений. Среди основных работ, интегрирующих знания по данному вопросу, следует упомянуть доклады группы ИРСС, посвящённые всестороннему изучению как причин, так и последствий климатических изменений. Не вступая в дискуссию о причинах климатических изменений, следует отметить справедливость подходов как в международном, так и в национальном менеджменте, направленных на поиск механизмов адаптации всей системы природопользования к изменяющимся условиям среды. Рост температуры воздуха на планете запустил процессы трансформации такой силы, что они вызывают перестройку всей системы экогеодинамических процессов в ландшафтной сфере Земли. Реакция экосистем на климатические изменения проявляется в изменении процессов трансформации вещества и энергии в экосистемах, то есть речь идет об изменении функционирования ландшафтов, что в итоге приводит к формированию различных стратегий их развития — от усложнения до упрощения их структуры. Вместе с тем такие изменения всегда имеют региональный аспект, а хозяйственная деятельность, связанная со сферами производства, как правило, реализуется в региональном и локальном пространственных масштабах. То есть можно и совершенно справедливо говорить о том, что именно на региональном и локальном уровнях происходят процессы, вызывающие необходимость адаптации системы природопользования к региональным проявлениям глобальных климатических изменений. При этом речь идет о природопользовании в широком понимании — от системы производства до сохранения биологического и ландшафтного разнообразия. Биоразнообразие, в свою очередь, является одной

---

\* Работа выполнена в рамках государственного задания ФИЦ ИнБЮМ по теме НИР № АААА-А19-119061190081-9.

из наиболее показательных характеристик экосистемы, исходя из которой можно сделать ряд выводов об условиях существования в ней организмов. В настоящее время сохранение и изучение биоразнообразия играет особую роль, поскольку выступает решающим фактором на пути достижения устойчивого развития территории как на внутри-, так и на межгосударственном уровне [Ojea, Nunes, Loureiro, 2010].

Таким образом, соотношение процессов функционирования и климатических изменений позволяет выявлять тенденции в динамике региональных экосистем и, соответственно, разрабатывать научно обоснованные рекомендации по адаптации системы природопользования к изменяющимся условиям среды.

Цель данной работы — раскрыть историю представлений о функционировании и динамике региональных экосистем, отдельно коснувшись роли крымских научных школ в разработке теории и методологии исследований функционирования и динамики экосистем.

### **Результаты исследований и их обсуждение**

Проведённый обзор научных публикаций, посвящённых развитию представлений об экосистеме и истории становления экологии как науки, позволяет выделить ряд этапов в формировании знаний о функционировании экосистем и их динамике. Сразу обращает на себя внимание множественность подходов к данному вопросу, что связано как с насыщенной историей формирования экологии и наличием весомого числа направлений и научных школ в экологической науке, так и с многогранностью науки в целом.

Рассмотрим основные исторические этапы формирования представлений о функционировании и динамике экосистем в ретроспективном анализе.

Этап 1. Первичные исследования в области экологии — формирование экологии как науки, формирование представлений о функционировании природных систем.

Первый этап, естественно, связан с периодом зарождения и формирования экологии как науки. Здесь важное значение имеют работы основоположников экологии как науки, посвящённые исследованию экологии сообществ и организмов. Однако для нас на данном этапе представляют наибольший интерес труды, посвящённые функционированию экосистем и заключающиеся в интеграции разрозненных знаний смежных наук (биологии, географии, химии, сельскохозяйственных и технических наук).

Первичные идеи о функционировании природы, безусловно, заложены в работах учёных — основоположников экологического учения XVIII — начала XIX веков. Это прежде всего К. Линней, Ж. Б. Ламарк, Ж. Л. Бюффон, А. Гумбольдт, Г. Р. Тревиранус, А. Декандоль, Ж. Б. Буссенго, Ю. Либих, А. Гризебах, К. Ф. Рулье, Т. Мальтус, П.-Ф. Ферхюльст, Ч. Дарвин, Э. Геккель, Ж. Э. Реклю, Л. И. Мечников, П. Видаль де ла Блаш, Дж. Марш, В. В. Докучаев, А. И. Воейков и др.

На данном этапе были заложены фундаментальные законы экологии, которые и определяют функционирование природных систем, происходило формирование знаний о взаимосвязях в природных системах как отражении функционирования данных систем.

Логичным завершением данного этапа является оформление основного категорийного аппарата экологии как науки. Возможно считать, что краткое «резюме» научных исследований в рамках данного этапа дал Э. Геккель в 1866 г., определив категорию экологии как науки. Классик экологии как науки для раскрытия сущности функционирования природных систем использовал термин «физиология взаимоотношений», подчёркивая, что экология — это наука об отношениях организмов и окружающей среды. При этом для определения окружающей среды применялся термин «условия существования» органической и неорганической природы. В этом определении и подчёркивается основное значение функционирования природных систем в организации экологических знаний.

Этап 2. Обобщение накопленных знаний и углубление представлений о функционировании природных систем.

С точки зрения временного промежутка данный этап охватывает конец XIX — начало XX века. За точку отсчёта данного периода можно принять 1877 г., а событием, положившим ему начало, может выступать крайне важное обобщение знаний в сфере экологии, осуществлённое К. Мебиусом. Речь идет об учении о биоценозе как совокупности живых существ в пределах одной территории, тесно связанных между собой. По сути, в данном учении было обобщено и закреплено представление о функционировании природных комплексов на основе взаимосвязи их компонентов, которое впоследствии получило развитие до уровня современного понимания экосистемных взаимодействий.

Развитие представлений о функционировании природных систем на данном этапе также связано со множеством имён знаменитых учёных-экологов. Среди них отметим Ф. Клементса, С. И. Коржинского, Ч. Элтона, Дж. Гринелла, А. Лотку, Г. Ф. Гаузе, Л. Г. Раменского, Г. А. Глисона, Э. Хантингтона, А. Е. Ферсмана, В. И. Вернадского, Г. Ф. Морозова, Е. В. Вульфа, Н. Н. Клепинина, А. А. Григорьева, Л. С. Берга, В. Н. Сукачёва, Г. Н. Высоцкого и многих других.

На данном этапе были сформированы представления о сукцессии сообществ и взаимосвязи растительного покрова и климатических факторов, представление об экологической нише, растительном континууме, первичные представления об инвайронментализме, учении о лесе и его влиянии на гидрологический режим, фитоценозе. Параллельно представлениям об экосистеме идет развитие представлений о ландшафте, его морфологической структуре.

Логичным завершением данного этапа выступает 1935 г., когда А. Тенсли выдвинул общепринятый теперь термин «экосистема». Для нашего исследования в определении основного термина современной экологии имеет значение то, что автор подчёркивает факт, что функционирование в экосистеме осуществляется за счёт круговорота веществ и энергии. Таким образом, на данном этапе раскрываются уже конкретные механизмы функционирования экосистем, а представления о данных взаимодействиях выходят на региональный уровень.

Этап 3. Развитие идей о функционировании экосистем на планетарном, региональном и локальном уровнях.

Данный период охватывает временной промежуток с середины XX до начала XXI в. и является, пожалуй, самым продуктивным этапом с точки зрения развития теоретических и методологических основ изучения функционирования и динамики экосистем. Именно на данном этапе формируется представление о динамике экосистем и современные предпосылки изучения данного вопроса.

Историография данного вопроса заслуживает отдельного исследования в связи с многогранностью аспектов методологии и практики изучения экосистем на данном этапе, многообразием научных школ и известных учёных, их представляющих.

Отдельно выделим научные направления, посвящённые развитию представлений об экологии и учения о ноосфере. В данный период развитие получили идеи великих философов-экологов 1920-х гг. — В. И. Вернадского, П. Тейяра де Шардена и Э. Леруа. Среди авторов отметим А. Л. Яншина, Н. Н. Моисеева, В. П. Казначеева, В. А. Зубакова, А. В. Кузнецова, А. И. Субетто и др.

Значимость данного направления с точки зрения функционирования и динамики экосистем носит перспективный характер и имеет концептуальное значение.

На данном этапе публиковались и работы по изучению функционирования экосистем на глобальном уровне. Во многом это связано с изучением аспектов моделирования глобальных процессов, например климатических. Среди авторов отметим Н. Н. Моисеева, В. А. Александрова, А. М. Тарко, М. И. Будыко, Г. С. Голицына, Ю. А. Израэля.



Отметим, что весомый вклад в изучение функционирования экосистем внесён современными классиками отечественного ландшафтоведения, что обусловлено смежностью научных знаний в сфере экологии экосистем и экологии ландшафта.

Исследования в области ландшафтной экологии 30–40 лет назад носили как прикладной, так и теоретический характер, и сегодня они позволяют сформулировать основные положения функционирования и динамики ландшафта. Среди авторов отметим А. Г. Исаченко, Д. Л. Арманда, В. А. Николаева, А. Д. Арманда, А. Ю. Ретеюма, К. Н. Дьяконова, И. Г. Черванева, В. А. Бокова, Г. Е. Гришанкова, А. Н. Ласточкина, В. И. Данилова-Данильяна, М. А. Глазовскую, М. Д. Гродзинского, Б. Б. Родомана, Б. Б. Перельмана, Ю. Л. Раунера, А. А. Крауклиса, Е. Н. Романову, Э. Г. Коломыца, В. Н. Солнцева, В. Б. Сочаву, Н. Л. Беручашвили, Н. Ф. Реймерса, Ф. Н. Милькова и др.

Данные учёные являются представителями различных школ и направлений в отечественном ландшафтоведении. Их работы крайне разнообразны и охватывают вопросы структуры и организации ландшафта. Присутствуют и прикладные работы в области территориального планирования, охраны окружающей среды, изучения антропогенных и культурных ландшафтов.

Многие положения ландшафтоведения данного временного промежутка крайне тесно переплетаются и дополняют общую теорию экосистем. Провести чёткую грань между экологическими и ландшафтными исследованиями этого периода достаточно затруднительно, и в целом это нерационально.

#### Этап 4. Современные исследования.

Текущий период исследований в области функционирования и динамики экосистем является достаточно насыщенным с точки зрения проводимых работ, научных направлений, используемых методологических подходов и парадигм.

Работы в данном направлении лежат на стыке биологической и географической наук и тесно переплетены в эколого-биологических, геоэкологических, ландшафтно-экологических исследованиях природных систем. Отметим, что к настоящему времени сформировались крупные зарубежные и отечественные школы в данной области, работают крупные научно-исследовательские учреждения и научные коллективы, проводятся исследования в рамках международных и национальных научных проектов.

Рассмотрение современного состояния вопроса начнем с анализа проводимых зарубежных исследований, что позволит сформировать общее представление об общемировых тенденциях и направлениях в изучении функционирования и динамики экосистем.

Обращает на себя внимание широкий спектр публикаций по рассматриваемой тематике в зарубежных изданиях. Приведём лишь наиболее близкие теме исследований публикации иностранных авторов. Детальный обзор зарубежных работ, а также анализ развития представлений о функционировании и динамике экосистем может рассматриваться как отдельное направление исследований. Мы проанализируем публикации, наиболее близкие по своему содержанию к нашему исследованию, а также работы, связанные с исследованием экосистем, похожих на представленные, на территории Крымского полуострова.

Отметим, что дискуссия о сложности изучения функционирования экосистем в зарубежных публикациях поднимается достаточно давно. Чётко выделяется вопрос эволюции представлений, связанных с функционированием экосистем.

В качестве одной из первых современных публикаций данного направления отметим работу Дж. Грайма [Grime, 1997], посвящённую углублению дискуссии относительно взаимосвязи биоразнообразия и функционирования экосистем, она была опубликована ещё в конце 1990-х гг.

Среди теоретических работ выделим публикацию М. Лореау с соавторами [Loreau et al., 2001], анализирующую биоразнообразие и функционирование экосистем с позиций современных знаний и будущих вызовов. Авторы рассматривают вопрос взаимосвязи между видовым разнообразием и экосистемными процессами на региональном уровне во всех типах экосистем, а также связь экосистемных процессов и абиотических факторов.

Вызывает интерес теоретическая и практическая монография Р. Хобса и К. Садинга [New models for ecosystem..., 2009], посвящённая исследованиям динамики экосистем и вопросам моделирования их восстановления и устойчивости. Авторы достаточно глубоко рассматривают вопросы методических подходов к изучению динамики экосистем, а далее на примере конкретных объектов приводят результаты исследований особенностей восстановления различных сообществ. Рассматриваются аридные, лесные, степные, саванноидные сообщества, водно-болотные угодья; уделяется большое внимание продуктивности каждой категории экосистем.

Большое теоретическое значение имеет работа, посвящённая сравнению показателей подобия временных рядов для классификации и выявления изменений динамики экосистем [Lhermitte et al., 2011]. Авторы отмечают, что временные ряды данных дистанционного зондирования или производные индексы растительности и биофизические продукты являются особенно полезными для характеристики динамики наземных экосистем.

Вопросы моделирования динамики и функционирования экосистем также рассмотрены в работе Дж. Блэкфорда, Дж. Аллена и Ф. Гилберта [Blackford, Allen, Gilbert, 2004]. Авторы на примере шести контрастных участков на основе большого массива эмпирических данных анализируют полученные результаты с использованием методов современного моделирования. Работа проведена на примере экосистем Европы.

С теоретической точки зрения вопросы эколого-эволюционной динамики сообществ и экосистем проанализированы в статье Г. Фуссмана, М. Лореау и П. Абрамса [Fussmann, Loreau, Abrams, 2007]. Авторы рассматривают теоретические и эмпирические исследования для выявления случаев, когда эволюционные процессы существенно влияют на динамику популяций, сообществ и экосистем.

Достаточно полным научным обобщением проблематики функционирования экосистем и их изучения в научных кругах является работа М. Лореау [Loreau, 2000]. Автор справедливо подчёркивает, что взаимосвязь между биоразнообразием и функционированием экосистем стала сегодня одной из основных научных проблем. По мере продвижения экспериментов растёт потребность в адекватных теориях и моделях для обеспечения надёжной интерпретации и обобщения экспериментальных результатов, а также для формулирования новых гипотез.

Оригинальные теоретические идеи выдвигают Дж. Ву и О. Лоукс [Wu, Loucks, 1995] относительно сдвига парадигмы в идеологии изучения экосистем. Авторы делают акцент на смещении целей современных исследований: с балансных исследований функционирования экосистем — на изучение динамики иерархических патчей экосистем.

Интерес представляют теоретические работы, посвящённые эволюционным вопросам в динамике экосистем. В научном сообществе рассматриваются вопросы последствий коэволюции растений и травоядных для динамики и функционирования экосистем [Loeuille, Loreau, Ferriere, 2002], а также вопросы функционального и филогенетического разнообразия экосистем с точки зрения их функционирования [Flynn et al., 2011]; некоторые аспекты данных работ являются весьма значимыми. Опубликованы и чисто биологические работы, рассматривающие компонентные аспекты биологии экосистем. Данные труды разнообразны по году выпуска и периоду исследований [Rodriguez, Redman, 1997; Treseder, Lennon, 2015].

Также теоретический интерес, на наш взгляд, представляет работа П. Балванера с соавторами [Balvanera et al., 2006], посвящённая подходам к количественной оценке воздействия биоразнообразия на функционирование экосистем и экосистемные услуги. Авторы приводят достаточно убедительные экспериментальные данные о взаимосвязи между биоразнообразием и темпами экосистемных процессов.

Среди зарубежных публикаций можно найти крупные научные исследования по проблематике оценки динамики экосистем, географии растений и круговорота углерода в рамках глобальных экосистем. Среди данных трудов отметим публикацию С. Ситча с соавторами [Sitch et al., 2003], ведущих работы в области глобальных вегетационных моделей.

Среди теоретических работ выделим публикацию М. Смит, А. Напа и С. Колинса [Smith, Knapp, Collins, 2009], посвящённую выявлению теоретических основ динамики экосистем в условиях глобальных изменений климата и экосистем. Авторы подчёркивают значения кумулятивности процессов при развитии экосистем.

Не меньший интерес имеет работа Ф. Массола с соавторами [Massol et al., 2011]. В публикации приводятся результаты исследования связи динамики сообществ и экосистем через пространственную экологию, уделяется внимание построению трофических цепей как одного из элементов функционирования экосистем.

Обращает на себя внимание публикация Э. Бонд и Дж. Чейза [Bond, Chase, 2002], посвящённая теоретическим аспектам изучения функционирования экосистем на региональном и локальном пространственных уровнях организации. Авторы предлагают оригинальный метод включения как местных, так и региональных процессов, определяющих биоразнообразие и его последствия для функционирования экосистем.

Присутствуют и экспериментальные исследования взаимосвязи между биоразнообразием и функционированием экосистем, представленные, например, в исследованиях Ш. Наима и Дж. Райта [Naeem, Wright, 2003]. Авторы подчёркивают важность биоразнообразия для функционирования экосистем на любом пространственном уровне, и прежде всего региональном.

Вопросы структуры, функционирования и динамики аридных экосистем достаточно подробно освещены в работе М. Агиара и О. Сала [Aguilar, Sala, 1999]. Авторы рассматривают вопросы механизмов функционирования и продуктивности аридных экосистем, проводят анализ моделей структуры растительного покрова в динамике, основываясь на ландшафтном анализе. Поднимаемые в статье научные аспекты во многом близки к вопросам аридизации ландшафтов Северного Крыма.

В продолжение этих исследований О. Сала, М. Лоик и Дж. Эльрингер [Sala, Loik, Ehleringer, 2004] рассматривают динамику и функционирование засушливых и полузасушливых экосистем. С точки зрения нашей работы в данных исследованиях интерес представляют пороговые значения при функционировании экосистем. Также важное значение имеют выводы авторов относительно памяти и сезонности в понимании динамики засушливых и полузасушливых экосистем.

Интересной работой в области функционирования экосистем является публикация Ю. Бая с соавторами [Bai et al., 2004]. В статье рассмотрены вопросы устойчивости экосистем и компенсационные эффекты на пастбищах Внутренней Монголии.

Вопросы роли видов и местообитаний в функционировании прибрежных экосистем отражены в работе С. Хоукинса [Hawkins, 2004]. Многие выводы данной публикации актуальны и для прибрежных экосистем Крымского полуострова, в особенности в части пограничного положения данных областей в ландшафтной структуре. В продолжение отметим публикацию [Wainger et al., 2017], посвящённую показателям устойчивости и оценки восстановления эстуарных экосистем в условиях изменения климата.

Традиционно как среди отечественных публикаций, так и среди зарубежных представлен большой массив научных исследований, посвящённых изучению функционирования экосистем конкретных региональных природных объектов. Число таких зарубежных публикаций за последние 20–30 лет достаточно велико. Отметим лишь некоторые из них — самые интересные на наш взгляд.

Д. Баэрд и Р. Уланович в своих ранних публикациях посвятили немало времени изучению сезонной динамики экосистем Чесапикского залива в США [Baird, Ulanowicz, 1989]. Особое внимание при этом уделяется вопросам сезонных тенденций в потоке энергии и трофической динамики экосистемы. Двойная природа динамики экосистем подчёркивается в теоретической работе Р. Улановича [Ulanowicz, 2009], которая продолжает исследования, приведённые выше.

Отметим достаточно объёмную монографию Л. Аббади с соавтрами [Lamto: structure..., 2005], посвящённую изучению структуры, функционирования и динамики экосистем саванн. Интерес представляет подход авторов к изучению динамики данных экосистем на основе анализа гидроклиматических параметров. Данная работа перекликается с исследованиями Г. Ванга и А. Эльтахира [Wang, Eltahir, 2000], занимающихся вопросами динамики экосистем саванн и засухами. Авторы рассматривают достаточно существенный временной промежуток исследований — с 1960-х гг. Особое внимание в данной публикации уделяется вопросам геофизики экосистем.

С. Кребс, С. Боутин и Р. Бунстра провели научные исследования по вопросам изучения динамики экосистем бореальных лесов. Авторы в своей ключевой монографии [Ecosystem dynamics..., 2001] рассматривают особенности сообществ данных экосистем, особенности структуры сообществ и особенности экосистемной организации в целом.

Нельзя не отметить и труды, посвящённые исследованию субтропических лесных экосистем — традиционного объекта изучения, популярного у американских и английских учёных. Пик исследований пришелся на 1980–1990-е гг. Среди работ, посвящённых непосредственно динамике данных экосистем, отметим публикацию Дж. Франджи и А. Луго [Frangi, Lugo, 1985].

Традиционными являются работы по изучению экосистем саванн Африки. В качестве примера приведем работу А. Синклеера с соавторами [Sinclair et al., 2007]. В ней приведены результаты долгосрочных экологических исследований с целью более глубокого понимания динамики экосистем и вопросов управления. В квазиестественном эксперименте авторы изучили данные многолетнего мониторинга различных компонентов экосистемы Серенгети — Мара и проследили последствия их изменений, причинно-следственные связи между ними.

Эти же авторы имеют и весомые теоретические работы, например исследования, посвящённые пониманию динамики экосистем для сохранения биоты [Sinclair, Byrom, 2006]. Авторы отмечают, что экосистемы обладают новыми свойствами более высокого порядка, которые могут влиять на сохранение видов. Авторы определяют некоторые из этих свойств, чтобы упростить их понимание. Отмечается, что экосистемы функционируют во множестве взаимодействующих пространственных и временных масштабов, которые вместе структурируют систему и влияют на динамику отдельных популяций.

Вопросы взаимосвязи лесоводства как хозяйственной отрасли с динамикой экосистем также представляют интерес для зарубежных учёных. Так, например, И. Бергерон и Б. Харвей в своих публикациях рассматривают данную проблему на примере бореальных лесов Квебека [Bergeron, Harvey, 1997]. Детально проанализирован вопрос лесовосстановления. Данные аспекты актуальны и для условий Крыма.

Определённый интерес в условиях Крымского субсредиземноморья могут иметь результаты исследований по моделированию воздействий изменения климата на частоту пожаров и динамику растительности в экосистемах средиземноморского типа [Mouillot, Rambal, Joffre, 2002].

Близкой по тематике к предыдущей публикации является работа по изучению вопросов управления лесным хозяйством и сохранения биоразнообразия на основе динамики природных экосистем в Северной Европе. Т. Куулувайнен [Kuuluvainen, 2009] отмечает, что раскрытие картины природных характеристик структуры и динамики лесных экосистем свидетельствует о гораздо большем разнообразии, чем их традиционное понимание, что подчёркивает важность динамичных структур древостоя и ландшафта.

Определённую категорию научных исследований и публикаций в зарубежных научных изданиях составляют работы, посвящённые мониторингу и полевым исследованиям функционирования и динамики экосистем. Так, предлагается создание системы мониторинга и прогнозирования динамики экосистем с использованием системы TOPS [Nemani et al., 2009].



Среди работ данного направления отметим также публикацию Е. Левина с соавторами [Levine et al., 1993], содержащую не только мониторинговые, но и геофизические аспекты. Авторы рассматривают взаимосвязь моделей поступления солнечной радиации, интенсивности почвенных процессов и сукцессии лесных экосистем. Вопросы разработки интегрирующей концепции климатических и экосистемных моделей для функциональных типов ландшафтов рассматриваются в публикации Г. Бонана с соавторами [Bonan et al., 2002]. Обращает на себя внимание работа, посвящённая изучению взаимосвязи экогидрологических процессов и экзогенных геолого-геоморфологических процессов и дифференциации растительного покрова как основного компонента экосистем [Ludwig et al., 2005].

В отдельную категорию выделим публикации, посвящённые дистанционному зондированию и моделированию функционирования и динамики экосистем. История развития ГИС-моделирования функционирования экосистем и их динамики в зарубежных изданиях также крайне обширна.

Н. Петторелли с соавторами [Pettorelli et al., 2005] рассматривают вопрос использования индекса NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) для оценки экологической реакции на изменение окружающей среды. Сегодня данное направление дистанционного зондирования достаточно популярно и распространено в странах СНГ для изучения динамики экосистем.

Среди подобных работ отметим публикации, посвящённые оценке потенциала спутниковых данных MODIS для прогнозирования фенологии растительности в различных биомах: исследование с использованием наземных измерений NDVI [Hmimina et al., 2013], работы по обнаружению изменений растительности с помощью дистанционного зондирования и ГИС-тематического моделирования [Gandhi et al., 2015], работы, посвящённые вопросам эффективности использования снимков со спутников Landsat 7 и Landsat 8 с целью дешифрирования растительного покрова [Mishra et al., 2016; Roy et al., 2016]. Данные публикации являются относительно новыми и актуальными.

Нельзя не отметить спектр работ, посвящённых картографированию экосистем. Традиционно для картографирования экосистем и ландшафтов в зарубежных публикациях, равно как и в отечественных, поднимаются вопросы масштабов картографирования, структуры, иерархии экосистем, их функционирования и динамики, классификации. Отметим лишь некоторые труды по данной проблематике [Bailey, 1985; Bailey, 1987; Green, 2007; Millard, Richardson, 2015; Payet et al., 2013]. Детальный обзор современных подходов к картографированию экосистем приведён в работе [Martínez-Harms, Balvanera, 2012].

Естественно, весомую роль в картографировании экосистем играют геоинформационные технологии. Это достаточно популярная тематика с большим числом публикаций и практических примеров. Так, рядом иностранных авторов поднимается вопрос о неопределённости при дистанционном картографировании и геоинформационном моделировании экосистем и ландшафтов [Rocchini et al., 2013], разрабатываются технологии для веб-сервисов для картографирования экосистем с использованием экспертного мнения [Marvin, Bradley, Wilcove, 2009], традиционно рассматриваются вопросы геоинформационного картирования для обеспечения деятельности по оказанию экосистемных услуг и обеспечения системы природопользования [Egoh et al., 2008; Lüftenegger, Comuzzi, Grefen, 2013; Maesa et al., 2012; Matthew, Wilson, 2006; Raymond et al., 2009]. К числу классических и крайне важных для нашего исследования отнесём работу по картированию регионального испарения и фотосинтеза лесов путём увязки спутниковых данных с моделированием экосистем [Running et al., 1989].

Ожидается большинство работ посвящено картографированию экосистем конкретных регионов с использованием различных подходов и методов [Banner et al., 1996; Kaptué Tchuenté et al., 2011; Lugo et al., 1999; MacMillan et al., 2010; Nadeau, Li, Hans, 2004]. Картографирование

экосистем, в том числе в функциональном и динамическом аспектах, имеет крайне важное значение при охране природы, природоохранном менеджменте и заповедном деле в целом. Это также подчёркивается в ряде зарубежных публикаций по данной тематике [Kappelle et al., 2003; Tallis, Polasky, 2009].

Среди современных технологий отметим трёхмерное лидарное сканирование земной поверхности с целью картографирования структуры и динамики экосистем [Davies, Asner, 2014].

Широкий спектр работ посвящён теоретическим и методическим аспектам использования геоинформационных технологий в картографировании и изучении функционирования экосистем. Среди них выделим интересные, на наш взгляд, и глубоко проработанные научные труды по вопросам исследования экосистем и методов ландшафтной экологии [Haines-Young, Green, Cousins, 1993; Jackson et al., 2013; McNulty et al., 1994; Nemes, Raudsepp-Hearne, 2013; Ollinger, Aber, Federer, 1998; Pastor, Johnston, 1992]. В целом данное направление является общедоступным и легкоприменимым при изучении динамики и функционирования экосистем. Между тем, с методической точки зрения, в настоящее время идёт активное развитие геоинформационных технологий и существует большое число нерешённых теоретических, методических и прикладных задач.

Многочисленные исследования динамики и функционирования экосистем в мире тесно коррелируют с отечественными работами и, с учётом глобализации современных экологических исследований, во многом актуальны и для отечественной науки. Многие подходы и алгоритмы научных исследований, методология и методы практически тождественны. Далее предлагаем детально рассмотреть современные направления и подходы в изучении функционирования и динамики экосистем в отечественном научном экологическом пространстве.

Современные концепции и парадигма изучения экосистем в отечественной науке были заложены в конце 1980-х гг. Их отличает тесная переплетённость биологических и географических исследований, что прежде всего обусловлено большей теоретизацией ландшафтных, а в дальнейшем и ландшафтно-экологических исследований, чем в зарубежных научных школах, которым свойственен, скорее, прикладной характер исследований экосистем.

В качестве временного промежутка для анализа современных исследований были выбраны последние пять лет. Это обусловлено крайне большим массивом и разнообразием работ в данном направлении. Безусловно, в настоящее время проводятся глубокие теоретические исследования функционирования и динамики экосистем и ландшафтов. Отметим основные фундаментальные теоретические направления.

В сфере ландшафтных исследований фундаментальными можно назвать работы Г. А. Исаченко [Исаченко, 2014; Исаченко, 2017]. На основе крайне обширного эмпирического материала и опыта изучения экосистем и ландшафтов автор разрабатывает концепцию многолетней динамики ландшафтов. Автор является представителем научной школы ландшафтоведения Санкт-Петербургского университета, которую длительное время возглавлял классик отечественного ландшафтоведения А. Г. Исаченко.

К глубоким теоретическим трудам, выводы которых базируются на многолетних стационарных и экспериментальных исследованиях, отнесём работы М. М. Фартушиной, М. К. Есеналиева, С. Г. Чекалина с соавторами [Есеналиева, Чекалин, Зимхан, 2017; Фартушина и др., 2015; Фартушина и др., 2014], посвящённые изучению функционирования экосистем и теоретизации этого вопроса. Отметим, что данные исследования продолжают работы научной школы известного отечественного почвоведов В. А. Ковды [Ковда, 1969].

Интерес представляют теоретические работы М. В. Зильбермана с соавторами [Зильберман, Черепанова, 2017; Пичугин, Зильберман, Шенфельд, 2014], посвящённые вопросам функционирования экосистем в рамках динамической модели взаимодействия биомассы и ресурсов. Авторы предлагают достаточно простую к реализации модель, которая позволяет проводить эксперименты по изъятию биомассы и реакции экосистемы на данные воздействия.



В отечественных научных публикациях также уделяется весомое внимание изменению особенностей функционирования и динамики экосистем при колебании и изменении климата. Среди интересных трудов отметим работы Н. Н. Зеленской [Зеленская, 2016; Зеленская, 2017; Зеленская, Керженцев, 2013].

Одним из теоретических направлений является изучение вопросов нагрузок на экосистемы. Так, теорию формирования критических нагрузок на экосистемы разрабатывают представители научной школы во главе с Н. С. Касимовым [Экологическая безопасность..., 2015].

Интересные теоретические выводы в своих публикациях делают Н. Н. Зеленская и А. С. Керженцев [Зеленская, Керженцев, 2015] относительно режимов функционирования степных экосистем. Экосистема традиционно анализируется как единое целое, при этом авторы рассматривают подходы к восполнению утраченных функций степных экосистем. В работах авторов также рассмотрены вопросы функционирования экосистем и потепления климата, затрагиваются вопросы картографирования и анализа устойчивого функционирования лесных экосистем [Зеленская, 2017].

Отдельно отметим широкий спектр публикаций Э. Г. Коломыца, посвящённых теоретическим и практическим аспектам ландшафтно-экологического анализа экосистем, теории данного анализа и практическим примерам его использования для различных регионов России, дендроиндикации в условиях изменения климата [Коломыц, 2015; Коломыц, Биоклиматическая..., 2018; Коломыц, Избранные очерки...Ч. 1, 2018; Коломыц, Избранные очерки...Ч. 2, 2018; Коломыц, Экспериментальная..., 2018; Коломыц, Петренко, 2018; Коломыц, Шарая, 2014; Коломыц, Шарая, 2015].

Теоретические вопросы геоэкологического картографирования, в том числе его динамические и функциональные аспекты, рассмотрены в работах С. А. Сладкопевцева. Автор справедливо выделяет проблемные вопросы, рассматривает сложность теоретизации данного вопроса, уделяет внимание разнообразию подходов к картографированию экосистем в различных научных школах [Сладкопевцев, 2017; Сладкопевцев, Дроздов, 2017].

Теоретическое обобщение материалов проведённых исследований всегда было свойственно отечественным авторам. Отечественная экология и ландшафтоведение и сегодня отличаются более глубокой проработкой теоретических аспектов изучения экосистем. При этом внимание всегда уделялось вопросам классификации и систематизации данных. Из последних публикаций к таковым можно отнести работу Ю. Г. Пузаченко с соавторами [Пузаченко и др., 2018]. Проблеме классификации экосистем и растительного покрова на основе эколого-фитоценотического и эколого-флористического разнообразия посвящена работа Н. Г. Беляевой с соавторами [Беляева и др., 2018].

Аналогично зарубежным публикациям, в отечественных традиционно развивается направление лесомелиорации ландшафтов. К сожалению, теоретическое обоснование данного направления в отечественной науке сегодня развивается не так интенсивно, как в 1970–1980-е гг. Среди публикаций, затрагивающих теорию функционирования искусственных лесных экосистем, отметим работы и исследования А. С. Рулева с соавторами [Рулев, Пугачева, 2018; Рулев, Рулева, 2018].

Одним из новых и перспективных подходов к изучению экосистем представляется теоретико-информационный подход при исследовании природных комплексов. Его применению посвящены работы П. С. Петренко [Петренко, 2016; Петренко, 2017]. Автор сравнивает в своих публикациях информационный и вещественно-энергетический подходы, выделяет их сильные и слабые стороны при исследовании динамики экосистем.

В отдельное направление выделим публикации, посвящённые вопросам изучения связи биоразнообразия и функционирования экосистем. Данный вопрос исследуется во множестве работ как отечественных, так и зарубежных авторов [Абдурахманов и др., 2014; Арефьев, Мамедов, 2015; Биоразнообразии и антропогенная..., 2017; Василевич, 2016; Сатуева, 2017; Современное состояние..., 2015; Соколова, Соколов, 2018]. Отдельные труды посвящены изучению реакции экосистем, и в первую очередь баланса углекислого газа, на климатические изменения [Замолодчиков, Антропогенная..., 2013; Замолодчиков, Современные..., 2013; Замолодчиков и др., 2013; Карелин, Замолодчиков, 2014]. С исследованием динамики и функционирования ландшафтов связаны работы [Авессаломова и др., 2014; Дьяконов, 2018; Капица и др., 2005; Мамай, 1987; Мамай, 1992; Мамай, 2005; Мамай, О вкладе..., 2007; Мамай, Оценка развития..., 2007; Мамай, 2010; Мамай, Мироненко, 2010; Мамай и др., 2013; Ретеюм, 2014; Ретеюм, 2017; Романова, 2010; Солдатов и др., 2014]. В них представлены различные аспекты динамики и функционирования ландшафтов, методов комплексных физико-географических исследований, моделирования процессов и взаимодействий в ландшафтах. Здесь следует отметить, что параллельно и во взаимосвязи с экологическими подходами и методами в изучении функционирования и динамики экосистем развиваются ландшафтные и ландшафтно-экологические методы, которые также могут быть эффективно применены при исследовании функционирования экосистем (парагенетический, парадинамический, типологический, хорологический, балансовый, геосистемный, геотопологический, геоморфологический, фитоиндикационный и другие методы).

Обращают на себя внимание работы, посвящённые функциональному разнообразию сообществ. В. И. Василевич рассматривает вопросы взаимосвязи функционирования экосистем и функционирования растительного сообщества, выделяет ряд функциональных признаков данных сообществ, которые, в свою очередь, обеспечиваются флористическим разнообразием [Василевич, 2016].

Важное значение при формировании представлений о функционировании и динамике экосистем имеют методы математического моделирования и расчётные методы. Из современных работ по данной проблематике отметим [Рукавицын, 2018; Сысуев, 2020; Юречко и др., 2018]. Не менее важное значение имеет балансовый метод изучения экосистем. Именно составление вещественно-энергетических балансов позволяет, на наш взгляд, наиболее ёмко раскрыть механизмы функционирования экосистем. Отметим некоторые публикации по данной тематике за последние годы [Гаджимусиева, 2014; Малышева и др., 2017].

Традиционно широкий спектр научных работ посвящён изучению динамики и функционирования экосистем для конкретных регионов или природных объектов. Количество данных публикаций достаточно велико. Рассмотрим лишь труды, наиболее близкие по тематике и региональному аспекту к нашим исследованиям.

Вопросам моделирования лесных экосистем посвящены работы В. Н. Шанина с соавторами [Шанин, 2016; Шанин и др., 2018]. Исследователи проводят моделирование динамики лесных экосистем с целью прогнозирования на основе EFIMOD с различными динамичными сценариями при разных степенях антропогенного воздействия. Результаты подобного моделирования могут быть актуальны и для лесов Крыма, в особенности лесных посадок.

Большое значение при изучении функционирования экосистем имеют работы, связанные с анализом динамики и функционирования почвенного покрова как одного из экосистемных компонентов. В данном направлении отметим публикации К. Ш. Казеева и С. И. Колесникова, посвящённые состоянию и динамике различных типов почв в регионах России и вопросам биодиагностики почв [Казеев, Колесников, 2012].

Изучению вопросов мониторинга горных экосистем посвящены работы [Пшегусов, 2014; Пшегусов, 2017; Пшегусов, 2018]. Особое внимание авторы уделяют вопросам мониторинга животного мира как важной составляющей любой экосистемы, динамическим процессам

в ландшафте, пространственному анализу горных экосистем. Многие выводы авторов актуальны и для условий Крыма, в особенности в части технологических подходов по дистанционному зондированию территорий.

Одним из ведущих регионов по числу тематических публикаций и пространственно-территориальному охвату при изучении функционирования и динамики экосистем является Сибирь. Данный регион «внес» большой вклад в развитие исследований этой тематики в российской экологии и ландшафтоведении. Экосистемы и ландшафты Сибири изучали многие классики отечественной науки. Исследования, безусловно, продолжаются и сейчас. Отметим лишь нескольких авторов [Байбар, Пузаченко, Сандлерский, 2018; Вантеева, Пузаченко, Сандлерский, 2017; Енчилик и др., 2018; Завалишин, 2017; Зелепукина и др., 2018; Исаченко, 2016; Мелентьев, Мателенок, 2014]. Даже из данного перечня видно, как широко разнообразие работ в методическом плане, региональных аспектах и используемых научных подходах.

Не меньший интерес представляют работы, посвящённые изучению динамики экосистем, прежде всего лесных, в европейской части России. В этих трудах, как и в публикациях авторов из регионов Сибири, очевидно широкое разнообразие тематик работ, используемых методов и подходов, объединяемых вопросами изучения функционирования экосистем данного региона. Аналогично отметим лишь некоторые публикации, чтобы продемонстрировать широкий охват исследований [Артемова, Леонова, 2014; Горнов и др., 2018; Исаченко, 2018; Константинов, Сергиенко, 2016; Коньшина, 2015; Титкова, Виноградова, 2015; Федорчук и др., 2014; Шанин и др., 2018; Швиденко, Щепашенко, 2014].

Как и в зарубежных научных исследованиях, в отечественных большую долю занимают публикации, связанные с геоинформационными технологиями и дистанционным зондированием Земли. Систематизацию методов биогеоинформационного изучения экосистем проводят В. Б. Пышкин, Е. И. Игнатов и И. Л. Прыгунова [Пышкин, Игнатов, Прыгунова, 2016]. Авторы подчёркивают перспективность данного направления в изучении экосистем и приводят интересный обзор всего многообразия геоинформационных методов и подходов в современной отечественной экологии.

Присутствуют публикации, по своему уровню и содержанию близкие к зарубежным, относительно применения индекса NDVI при использовании спектрорадиометра MODIS. Отметим работу Г. В. Лобанова с соавторами [Лобанов и др., 2016], посвящённую изучению по данной методологии вопросов функционирования лесных экосистем на основе колебания биопродуктивности при различных метеорологических условиях. Вегетационные индексы используются для изучения динамики как природных экосистем, так и техногенных [Соколова, Соколов, 2018].

Детальные исследования функционирования экосистем территории России с использованием геоинформационных технологий и дистанционного зондирования осуществляются М. Ю. Пузаченко с соавторами [Вантеева, Сандлерский, 2017; Пузаченко и др., 2017; Пузаченко, Сандлерский, Широная, 2016; Сандлерский, 2017; Сандлерский и др., 2016]. Ими проводятся исследования динамики и изменений ландшафтного покрова на основе мультиспектральных дистанционных данных, особое внимание уделяется лесным экосистемам, рассматриваются вопросы варьирования индекса листовой поверхности в корреляции данных полевых наблюдений и дистанционного зондирования, уделяется внимание теоретическим аспектам картографирования экосистем и использованию полученных материалов в области охраны природы и управления особо охраняемыми природными территориями.

Активно развивается направление разработки алгоритмов дистанционного зондирования экосистем, а также методов геоинформационного моделирования для конкретных регионов России, уделяется внимание вопросам мониторинга экосистем с использованием ГИС, поднимаются вопросы эффективности использования ГИС в лесоведении, сельскохозяйственной экологии,

мелиорации ландшафтов [Колесенков, Юрьев, 2015; Мушаева, 2015; Сидоренков и др., 2016; Тесленок, Тесленок, Горелов, 2015; Черниховский, 2017]. Анализ публикационной активности отечественных авторов в области геоинформатики позволяет выделить изучение динамики ландшафтов и экосистем в отдельное направление исследований в области изучения функционирования и динамики экосистем с использованием дистанционных методов зондирования поверхности.

История изучения экосистем крымскими исследователями достаточно богата. С Крымом связаны имена многих учёных-классиков, внёсших огромный вклад в развитие биологических наук, наук о Земле; их работы оказали крайне важное влияние на формирование теоретических аспектов экологии в целом. Останавливаться на ретроспективном анализе данных публикаций мы не будем, так как данный вопрос заслуживает отдельного исследования. Рассмотрим современное состояние исследований в области функционирования и динамики экосистем в крымской научной среде.

Сегодня исследования экосистем Крыма ведутся в ряде крупных научных учреждений полуострова, имеющих свои научные школы в данном направлении. Это, прежде всего, Никитский ботанический сад — Национальный научный центр РАН, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН, Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма.

Рассмотрение начнем с Никитского ботанического сада — Национального научного центра РАН. Ведущее место здесь занимают труды представителей научной школы Ю. В. Плугатаря и работы непосредственно самого автора, лежащие в русле изучения теоретических аспектов экологии, экологической роли, функционирования лесных экосистем полуострова. Важное место занимают работы, посвящённые вопросам лесной мелиорации, изучения влияния рекреации на состояние и функционирование лесных экосистем, оптимизации агроландшафтов Крыма, интродукции растений в условиях Южного берега Крыма, мониторинга лесных экосистем полуострова [Плугатарь, Из лесов..., 2008; Плугатарь, Типы лесов..., 2008; Плугатарь, 2015; Плугатарь, Корженевский, 2014; Плугатарь, Корженевский, 2016; Плугатарь, Корженевский, 2018; Плугатарь, Корсакова, Ильницкий, 2015; Плугатарь, Корсакова, 2019; Поляков, Плугатарь, 2009; Поляков, Плугатарь, Рудь, 2008].

Вопросы биоиндикации экосистем имеют ключевое значение в изучении их функционирования и динамики. Данные вопросы в мировом и российской научном пространстве занимают важное место. Отметим, что в Крыму проводились работы по этому направлению, заложившие основы современных подходов к биоиндикации экосистем с функциональной точки зрения. Данные исследования проводились и проводятся В. В. Корженевским. Автор внёс существенный вклад в изучение природных экосистем полуострова. Среди его основных работ отметим следующие: [Корженевский и др., 2012; Корженевский, Клюкин, 1989; Корженевский, Клюкин, 1986; Корженевский, Квитницкая, 2009; Корженевский, Квитницкая, 2010; Корженевский, Квитницкая, 2015]. Научные интересы В. В. Корженевского затрагивают также теоретическое и практическое изучение ботанических аспектов функционирования экосистем, исследование роли биологического разнообразия в обеспечении устойчивости природных и антропогенных экосистем, изучение вопросов ёмкости местообитаний, эколого-фитоценотического картирования [Голубев, Корженевский, 1980; Ермаков, Корженевский, Плугатарь, 2018; Корженевский, Дубс, Корженевская, 2013; Корженевский, 1986; Корженевский, 1987]. Отметим и работы автора, проведённые совместно с крымскими учёными-ландшафтоведами и геоморфологами: они позволили осуществить синтез экологических и ландшафтных знаний в изучении функционирования и динамики ландшафтов Крымского полуострова [Корженевский, Клюкин, 1986; Корженевский, Клюкин, 1989; Корженевский, Клюкин, 2000].



Выделим работы Н. А. Багриковой [Багрикова, 2013; Багрикова, 2018], С. Ю. Костина [Костин, 2018; Костин, Багрикова, 2016] и Е. С. Крайнюк [Крайнюк, 2013; Крайнюк, 2016] в области многолетнего исследования экосистем Крымского полуострова с точки зрения охраны природы, сохранения и изучения биологического разнообразия. Вопросам биоразнообразия древесных растений в естественной флоре Крыма и их биоэкологическим особенностям, методам исследования лесных экосистем посвящены работы В. П. Исикова [Исиков, 2014; Исиков, Плугатарь, Коба, 2014]. С изучением экологии лесов горного Крыма, прежде всего сосновых, и организацией вопросов лесомелиорации на полуострове связаны публикации В. П. Кобы [Коба, 2009; Коба, Жигалова, 2014]. Обращают на себя внимание работы Н. Б. Ермакова в области изучения функционирования экосистем с позиций геоинформационного моделирования, картографирования и мониторинга [Ермаков, 2017; Ермаков, Ермакова, 2017]. Вопросам агроклиматического районирования и почвенных исследований Крыма посвящены публикации Н. Е. Опанасенко [Агроклиматологическая оценка..., 2015; Опанасенко, 2014; Опанасенко, Костенко, Евтушенко, 2015] и И. В. Костенко [Костенко, 2014; Костенко, 2018; Костенко, Опанасенко, 2020].

Перейдем к рассмотрению научных школ в Крымском федеральном университете имени В. И. Вернадского. Здесь были заложены основы изучения природы Крыма, работали многие известные первооткрыватели природы Крыма начала и середины прошлого века. Сегодня в фокусе внимания исследований, проводимых в университете, сохраняются направления, связанные с изучением функционирования и динамики экосистем.

Большую роль в становлении современной ландшафтной экологии и геоэкологии в университете сыграли работы учёных — представителей научной школы В. А. Бокова. Он внес значительный вклад в теорию геоэкологии, разработку подходов и методов ландшафтно-экологических исследований, пространственного-временного анализа территорий, рассматривал вопросы геотопологии и геофизики ландшафтов [Боков, 2008; Боков, 2012; Боков, Роль местоположений..., 2014; Боков, Статистическая природа..., 2014; Боков, Смирнов, 2011; Боков, Смирнов, 2019; Боков, Яковлева, 2020; Ландшафтно-геофизические..., 2001; Разработка экологически..., 2013; Трансформация водного..., 2011; Трансформация ландшафтно-экологических..., 2010]. Среди работ представителей данной научной школы отметим публикации А. И. Лычака [Лычак, Бобра, 2012; Лычак, Бобра, Яшенков, 2011], Т. В. Бобры [Бобра, 2005; Бобра, 2007; Бобра, Лычак, 2010], В. О. Смирнова [Смирнов, 2012; Смирнов, 2015], Л. М. Соцковой [Соцкова, 2011; Соцкова, Окара, 2016], Л. Я. Гаркуши [Гаркуша, Багрова, Позаченюк, 2012; Гаркуша, Соцкова, 2007], Л. А. Багровой [Багрова, Гаркуша, 2009; Багрова, Гаркуша, 2010], Н. А. Драган [Драган, 2004], А. Г. Панина [Панин, 2011; Панин, 2012], посвящённые различным аспектам ландшафтно-экологических и геоэкологических исследований.

Говоря о ландшафтно-экологических исследованиях в Крыму, нельзя не отметить работы Е. А. Позаченюк в области изучения современных ландшафтов, ландшафтного планирования, ландшафтного разнообразия, концепции экологической ниши и позиционных отношений [Позаченюк, 2003; Позаченюк, 2011; Позаченюк, 2015; Современные ландшафты..., 2009]. Изучению карстовых процессов в Крыму посвящены работы Б. А. Вахрушева [Вахрушев, 2009; Вахрушев, Клюкин, 2001; Вахрушев, Вахрушев, 2011]. Е. И. Ергина изучает процессы почвообразования на территории полуострова [Ергина, 2017; Ергина, Горбунов, Щербина, 2018].

Следует также выделить работы биологического направления. А. В. Ена — представитель известной династии учёных, внёсших весомый вклад в изучение природы Крыма, является автором значимых публикаций в области исследования растительности, биологического и ландшафтного разнообразия Крыма, охраны природы [Ена, 2012; Ена, Ена, Ена, 2013]. Работы А. В. Ивашова посвящены вопросам биологического и экосистемного разнообразия, теоретическим аспектам



современной экологии как науки, разнообразию и структуре биогеоценозов [Громенко, Апостолов, Ивашов, 2016; Ивашов, 2011; Ивашов, Громенко, Пышкин, 2010]. С. П. Иванов занимается изучением биологии и экологии пчёл, а также вопросами охраны биологического разнообразия Крымского полуострова [Природа Восточного..., 2013].

В отдельную категорию можно выделить исследования наземных экосистем, осуществляемые сотрудниками Института биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН. Здесь следует упомянуть ландшафтно-экологические работы Т. В. Панкеевой с соавторами [Панкеева, Каширина, Панкеева, 2018; Панкеева и др., 2020], геоботанические и флористические исследования Л. В. Бондаревой с соавторами [Бондарева, 2005; Бондарева, 2018; Бондарева, 2019; Бондарева, Мильчакова, 2002; Бондарева, Мильчакова, Панкеева, 2008; Repetskaya et al., 2020]. Публикации Н. В. Шадрина и Е. В. Ануфриевой посвящены исследованию функционирования и динамики лиманных экосистем Крымского полуострова [Anufrieva, Kolesnikova, Shadrin, 2019; Shadrin et al., 2019; Shadrin, Anufrieva, 2020]. Большой вклад в развитие представлений о функционировании и динамике экосистем Крымского полуострова вносят научные сотрудники Карадагской научной станции имени Т. И. Вяземского — природного заповедника РАН, филиала Института биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН. На территории Карадагского заповедника располагается ландшафтно-экологический стационар, работы которого непосредственно направлены на изучение функционирования и динамики типичных экосистем Юго-Восточного Крыма. Среди основных публикаций по результатам работы стационара следует отметить [Бобра, 2005; Бобра, 2007; Ландшафтно-геофизические..., 2001; Ландшафтно-экологический..., 1999; Зув, Летухова, Зуева, 2020; Трансформация водного..., 2011; Трансформация ландшафтно-экологических..., 2010]. Вопросам изучения связи абиотических и биотических компонентов в экосистемах, функционирования и динамики экосистем посвящены работы Л. П. Мироновой [Миронова, 1991; Миронова, Растворова, 1997].

Отдельно следует отметить работы представителей Научно-исследовательского института сельского хозяйства Крыма, в котором формируется новая школа по изучению агроландшафтов под руководством В. С. Паштецкого. В частности, в рамках исследований сформулированы научные основы оптимизации агроландшафтов Крымского полуострова [Паштецкий, 2015]. Развивается направление, связанное с использованием методов геоматики в управлении агроландшафтами [Дунаева и др., 2019; Dunaeva et al., Approaches for..., 2020; Dunaeva et al., Application of ecosystem..., 2020].

## **Заключение**

Таким образом, в рамках исследования рассмотрен вопрос о формировании и эволюции научных подходов к изучению функционирования и динамики экосистем, о развитии данных понятий в исторической перспективе. Важное значение при этом имеет региональная составляющая исследования функционирования и динамики экосистем.

Проведённый обзор научных публикаций, посвящённых развитию представлений об экосистеме и становлению экологии как науки позволяет выделить ряд этапов в формировании знаний о функционировании экосистем и их динамике. Сразу обращает на себя внимание множественность подходов к данному вопросу, что связано как с насыщенной историей формирования экологии и наличием весомого числа направлений и научных школ в экологической науке, так и с многогранностью науки в целом.

Анализ современных тенденций в мировой и отечественной науке в области изучения функционирования и динамики экосистем показал, что весомую долю исследований занимают работы, посвящённые изучению региональных экосистем во всей их сложности внутрисистемных взаимодействий и разнообразия.

Исследования экосистем Крыма ведутся в ряде крупных научных учреждений полуострова, имеющих свои научные школы в данном направлении. В работе рассмотрены результаты практически всех исследований, проводимых в Крыму, по вопросам динамики и функционирования экосистем.

Анализ работ показывает, что, несмотря на огромное количество публикаций, в том числе касающихся экосистем Крымского полуострова, вопросы функционирования и динамики региональных экосистем в условиях глобальных климатических изменений сегодня имеют особую важность из-за необходимости адаптации системы природопользования в условиях реакции экосистем на эти изменения. При этом, учитывая особенности регионального проявления климатических изменений, отягощённых влиянием местных факторов и условиями формирования климата, для каждого региона необходимо разрабатывать свои региональные модели и прогнозы, а также рекомендации по оптимизации природопользования. Большие возможности при этом открываются при использовании данных дистанционного зондирования и ГИС-технологий. Для территории Крымского полуострова вопросы функционирования и динамики экосистем в условиях региональных проявлений изменения климата остаются до конца неразработанными.

### Список литературы

1. *Абдурахманов Г. М., Шхагапоев С. Х., Бахтиев А. М., Теймуров А. А., Эрджанова Р. С.* Современное состояние регионального горного биоразнообразия, проблемы его сохранения и рационального использования // Проблемы устойчивого развития горных районов Северного Кавказа в условиях глобальных изменений: исследования и практика : материалы междунар. науч.-практ. конф., Грозный, 12–14 октября 2014 г. / отв. ред. У. Т. Гайрабеков. – Грозный : Чеченский гос. ун-т, 2014. – С. 162–167.
2. *Авессаломова И. А., Дьяконов К. Н., Савенко А. В., Харитонов Т. И.* Геохимическая трансформация постмелиоративных ландшафтов // Вестник Московского университета. Серия 5, География. – 2014. – № 2. – С. 17–24.
3. Агроклиматологическая оценка пригодности территории Черноморского района Крыма под плодовые культуры : (научно-практическое издание) / Н. Е. Опанасенко [и др.] ; Никитский ботанический сад. – Симферополь : Научный мир, 2015. – 84 с.
4. *Арефьев Ю. Ф., Мамедов М. М.* Биоразнообразие естественных и искусственных лесных экосистем – общность и особенности // Биологическое разнообразие как основа существования и функционирования естественных и искусственных экосистем : материалы всерос. молодеж. науч. конф., Воронеж, 8–10 июня 2015 г. – Воронеж : Истоки, 2015. – С. 9–13.
5. *Артемова С. Н., Леонова Н. А.* Формирование ландшафтов северной лесостепи (на примере Пензенской области) // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11 (10). – С. 2180–2184.
6. *Багрикова Н. А.* Адвентивные виды растений на территориях природных заповедников Крыма // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. – 2013. – Т. 135. – С. 96–106.
7. *Багрикова Н. А.* Дифференциация сообществ сегетальной растительности Крыма на градиентах факторов // Наука Юга России. – 2018. – Т. 14, № 2. – С. 73–87.
8. *Багрова Л. А., Гаркуша Л. Я.* Искусственные лесонасаждения в Крыму // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2009. – Вып. 20. – С. 134–145.
9. *Багрова Л. А., Гаркуша Л. Я.* Средообразующее значение искусственных лесонасаждений // Учёные записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: География. – 2010. – Т. 23 (62), № 2. – С. 10–21.
10. *Байбар А. С., Пузаченко Ю. Г., Сандлерский Р. Б.* Температурное поле южно-таёжного ландшафта // Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов : материалы XIII Междунар. ландшафт. конф., посвящ. столетию со дня рождения Ф. Н. Милькова, Воронеж, 14–17 мая 2018 г. : в 2 т. / ред.: В. Б. Михно [и др.]. – Воронеж : Истоки, 2018. – Т. 1. – С. 300–302.

11. *Беляева Н. Г., Черненко Т. В., Морозова О. В., Сандлерский Р. Б., Архипова М. В.* Сравнение эколого-фитоценологического и эколого-флористического методов классификации для оценки ценологического разнообразия и картографирования лесной растительности // *Лесоведение*. – 2018. – № 3. – С. 178–193.
12. Биоразнообразие и антропогенная трансформация природных экосистем : материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. памяти А. И. Золотухина и Году экологии, Балашов, 17–18 мая 2018 г. / под ред. А. Н. Володченко. – Саратов : Саратовский источник, 2017. – 264 с.
13. *Бобра Т. В., Лычак А. И.* Карта современных ландшафтов Крыма // *Геополитика и экогеодинамика регионов*. – 2010. – Т. 6, вып. 1-2. – С. 101–104.
14. *Бобра Т. В.* Ландшафтные границы: выявление, анализ, картографирование / [Таврич. нац. ун-т им. В. И. Вернадского]. – Симферополь : Таврия-Плюс, 2005. – 168 с.
15. *Бобра Т. В.* Сборник научных статей и эссе на тему организации геопространства, геоэкотонов и экотонизации (2004–2006 гг.) / [Таврич. нац. ун-т им. В. И. Вернадского]. – Симферополь : [б. и.], 2007. – 160 с.
16. *Боков В. А., Смирнов В. О.* О смыслах способов оценки увлажнения ландшафтов // *Вестник Московского университета. Серия 5, География*. – 2019. – № 1. – С. 83–92.
17. *Боков В. А., Яковлева О. Б.* Причинно-следственные отношения в процессах формирования увлажнения ландшафтных комплексов // *Геополитика и экогеодинамика регионов*. – 2020. – Т. 6 (16), вып. 1. – С. 39–56.
18. *Боков В. А.* Проблемы оценки увлажнения ландшафтов // *Учёные записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: География*. – 2008. – Т. 21 (60), № 2. – С. 47–50.
19. *Боков В. А.* Реальны ли ландшафты? // *Учёные записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: География*. – 2012. – Т. 25 (64), № 2. – С. 3–8.
20. *Боков В. А., Смирнов В. О.* Роль местоположений в ландшафтном анализе: новый аспект // *Учёные записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: География*. – 2011. – Т. 24 (63), № 2-1. – С. 201–210.
21. *Боков В. А.* Роль местоположений в формировании ландшафтно-геофизической дифференциации на локальном уровне // *Учёные записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: География*. – 2014. – Т. 27 (66), № 2. – С. 16–26.
22. *Боков В. А.* Статистическая природа ландшафтных систем // *Учёные записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: География*. – 2014. – Т. 27 (66), № 1. – С. 3–10.
23. *Бондарева Л. В., Мильчакова Н. А., Панкеева Т. В.* Заказник «Караньский» как приоритетная территория для сохранения флористического разнообразия региона Севастополя // *Значення та перспективи стаціонарних досліджень для збереження біорізноманіття : матеріали міжнар. наук. конф., присвяч. 50-річчю функціонування високогір. біол. стаціонару «Пожижевська», Львів-Пожижевська, 23–27 верес. 2008 р.* – Львів : Ін-т екології Карпат НАН України, 2008. – С. 48–49.
24. *Бондарева Л. В.* Научное обоснование создания ботанического заказника «Караньский» (Гераклейский полуостров) // *Заповедники Крыма: заповедное дело, биоразнообразие, экообразование : материалы III науч. конф., Симферополь, Крым, 22 апр. 2005 г.* – Симферополь : [б. и.], 2005. – Ч. 1: География. Заповедное дело. Ботаника. Лесоведение. – С. 145–150.
25. *Бондарева Л. В.* Растительность прибрежной зоны Гераклейского полуострова // *Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада*. – 2019. – Т. 149. – С. 41–54. – <https://doi.org/10.36305/0201-7997-2019-149-41-54>
26. *Бондарева Л. В., Мильчакова Н. А.* Флора общезоологического заказника «Бухта Казачья» (Крым, Чёрное море) // *Заповідна справа в Україні*. – 2002. – Т. 8, № 2. – С. 36–47.
27. *Бондарева Л. В.* Флора сосудистых растений государственного природного заказника регионального значения «Мыс Фиолент» (Крым) // *Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии*. – 2018. – Т. 27, № 4 (1). – С. 123–130.
28. *Вантеева Ю. В., Пузаченко Ю. Г., Сандлерский Р. Б.* Оценка термодинамических переменных геосистем северо-восточного Прибайкалья на основе мультиспектральной дистанционной информации // *Известия Российской академии наук. Серия географическая*. – 2017. – № 6. – С. 99–116. – <https://doi.org/10.7868/S0373244417060093>

29. Вантеева Ю. В., Сандлерский Р. Б. Пространственно-временная динамика энергетических переменных геосистем Приольхонья по данным дистанционного зондирования // Региональные аспекты изменения природной среды и общества : материалы XIX науч. конф. молодых географов Сибири и Дальнего Востока, Иркутск, 3–7 окт. 2017 г. – Иркутск : Изд-во Ин-та географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2017. – С. 41–43.
30. Василевич В. И. Функциональное разнообразие растительных сообществ // Ботанический журнал. – 2016. – Т. 101, № 7. – С. 776–795.
31. Вахрушев Б. А., Клюкин А. А. Криогенные процессы Крымских яйл // Геоморфология. – 2001. – № 2. – С. 48–54.
32. Вахрушев Б. А., Вахрушев И. Б. Морфоструктурная позиция Крымских гор в свете современных концепций актуалистической геодинамики // Учёные записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: География. – 2011. – Т. 24 (63), № 2-1. – С. 13–22.
33. Вахрушев Б. А. Районирование карста Крымского полуострова // Спелеология и карстология. – 2009. – № 3. – С. 39–46.
34. Гаджимусиева Н. Т. Динамический баланс йода в экосистеме Западного Прикаспия // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. – 2014. – № 63. – С. 156–159.
35. Гаркуша Л. Я., Багрова Л. А., Позаченюк Е. А. Разнообразие ландшафтов Крыма со средиземноморскими элементами флоры // Учёные записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: География. – 2012. – Т. 25 (64), № 2. – С. 36–47.
36. Гаркуша Л. Я., Соцкова Л. М. Изменение растительного покрова Присивашья под влиянием орошения // Вестник Московского университета. Серия 5, География. – 2007. – № 2. – С. 55–59.
37. Голубев В. Н., Корженевский В. В. Синэкологические оптимумы высотного распределения некоторых видов растений Горного Крыма // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 1980. – Вып. 42. – С. 10–14.
38. Горнов А. В., Горнова М. В., Тихонова Е. В., Шевченко Н. Е., Кузнецова А. И., Ручинская Е. В., Тебенькова Д. Н. Оценка сукцессионного статуса хвойно-широколиственных лесов европейской части России на основе популяционного подхода // Лесоведение. – 2018. – № 4. – С. 243–257.
39. Громенко В. М., Апостолов В. Л., Ивашов А. В. Разнообразие и структура биогеоценозов Крымского Присивашья // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2016. – № 4 (62). – С. 9–12.
40. Драган Н. А. Почвенные ресурсы Крыма. – Симферополь : Доля, 2004. – 209 с.
41. Дунаева Е. А., Плотников Д. Е., Хвостиков С. А., Ёлкина Е. С., Барботкина Е. С., Вечерков В. В., Барталев С. А. Использование данных дистанционного зондирования для ранней диагностики наступления засушливых условий // Таврический вестник аграрной науки. – 2019. – № 4 (20). – С. 28–45.
42. Дьяконов К. Н. Геофизические катены геосистем локального уровня // Ландшафтная география в XXI веке : материалы междунар. науч. конф. «Третьи ландшафтно-экологические чтения, посвящ. 100-летию со дня рождения Г. Е. Гришанкова», Симферополь, 11–14 сент., 2018 г. / ред.: Е. А. Позаченюк [и др.]. – Симферополь : Ариал, 2018. – С. 29–33.
43. Ена А. В. Природная флора Крымского полуострова. – Симферополь : Н. Оріанда, 2012. – 232 с.
44. Ена В. Г., Ена Ал. В., Ена Ан. В. Заповедные ландшафты Тавриды. – Симферополь : Бизнес-Информ, 2013. – 438 с.
45. Енчилик П. Р., Асеева Е. Н., Семенов И. Н., Терская Е. В., Касимов Н. С. Биогеохимическая дифференциация фитомассы южно-таёжных ландшафтов Центрально-Лесного заповедника // Почвы в биосфере : сб. материалов Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 50-летию Ин-та почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, 10–14 сент. 2018 г. / отв. ред. А. И. Сысо. – Томск : Нац. исслед. Том. гос. ун-т, 2018. – Ч. 1. – С. 15–19.
46. Ергина Е. И., Горбунов Р. В., Щербина А. Д. Почвенные эталоны и редкие почвы равнинного Крыма. – Симферополь : Ариал, 2018. – 168 с.
47. Ергина Е. И. Пространственно-временные закономерности процессов современного почвообразования на Крымском полуострове / Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского. – Симферополь : Ариал, 2017. – 220 с.

48. *Ермаков Н. Б., Ермакова Е. В.* Организация мониторинга редких и исчезающих видов растений и растительных сообществ на основе дистанционного зондирования // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий : материалы круглого стола, посвящ. Году экологии в Российской Федерации : Междунар. науч. шк.-конф. студентов и молодых ученых «Экология Южной Сибири – 20 лет пути», Абакан, 1 дек. 2017 г. / отв. ред. В. В. Аношин. – Абакан : Хакас. гос. ун-т им. Н. Ф. Катанова, 2017. – Вып. 21. – С. 31–36.
49. *Ермаков Н. Б.* Отображение пространственной организации растительного покрова на разных масштабных уровнях // Современные технологии в изучении биоразнообразия и интродукции растений : сб. мате-риалов междунар. науч. конф., посвящ. 90-летию Ботанич. сада Юж. федерал. ун-та, 17–21 сент. 2017 г. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Изд-во Юж. федерал. ун-та, 2017. – С. 11–12.
50. *Ермаков Н. Б., Корженевский В. В., Плугатарь Ю. В.* Создание крупномасштабных эколого-фитоценологических карт как информационная основа мониторинга и сохранения регионального фито-разнообразия // Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира (физиолого-биохимические, эмбриологические, генетические и правовые аспекты) : материалы VIII междунар. науч.-практ. конф., Ялта, 1–5 окт. 2018 г. / отв. ред. И. В. Митрофанова. – Симферополь : Ариал, 2018. – С. 129–130.
51. *Есеналиева М. К., Чекалин С. Г., Зимхан Б. А.* Оценка экологического состояния экосистем // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 6 (68). – С. 201–204.
52. *Завалишин Н. Н.* Моделирование динамики биотического круговорота в болотных ландшафтах Южной и Средней тайги Западной Сибири // Углеродный баланс болот Западной Сибири в контексте изменения климата : материалы междунар. конф., Ханты-Мансийск, 19–29 июня 2017 г. / под ред. Е. Д. Лапшиной, Н. П. Мироньчевой-Токаревой. – Томск : Нац. исслед. Том. гос. ун-т, 2017. – С. 57–59.
53. *Замолодчиков Д. Г.* Антропогенная и естественная компоненты динамики температуры территории России // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2013. – № 1. – С. 36–42.
54. *Замолодчиков Д. Г., Грабовский В. И., Коровин Г. Н., Гитарский М. Л., Блинов В. Г., Дмитриев В. В., Куриц В. А.* Бюджет углерода управляемых лесов Российской Федерации в 1990–2050 гг.: ретроспективная оценка и прогноз // Метеорология и гидрология. – 2013. – № 10. – С. 73–92.
55. *Замолодчиков Д. Г.* Современные антропогенные модификации глобальных биогеохимических циклов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – Т. 15, № 3. – С. 23–32.
56. *Зеленская Н. Н.* Изменение функциональных параметров северного изолированного фрагмента степей при потеплении климата // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2016. – № 25 (246). – С. 5–13.
57. *Зеленская Н. Н., Керженцев А. С.* Режимы содержания степей в малых заповедниках и теория функционирования экосистем // Степной бюллетень. – 2015. – № 43/44. – С. 7–11.
58. *Зеленская Н. Н., Керженцев А. С.* Структурно-функциональное единство растительности и почвы – механизм функционирования экосистем (в связи с посадкой киотских лесов в степной зоне) // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2013. – № 3 (146). – С. 121–126.
59. *Зеленская Н. Н.* Отклик целостной экосистемы на потепление климата // Теоретическая и прикладная экология. – 2017. – № 2. – С. 44–49. – <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2017-2-044-049>
60. *Зеленукина Е. С., Гаврилкина С. А., Лесовая С. Н., Галанина О. В.* Ландшафтная структура высотной экотонной полосы высокогорного массива Монгун-Тайга // Известия Русского географического общества. – 2018. – Т. 150, вып. 2. – С. 33–47.
61. *Зильберман М. В., Черепанова М. В.* Устойчивость функционирования экосистем в рамках динамической модели взаимодействия биомассы и ресурсов // Проблемы региональной экологии. – 2017. – № 5. – С. 59–65.
62. *Зуев А. В., Летухова В. Ю., Зуева Л. А.* Климатические изменения как фактор трансформации растительного покрова на примере Карадагского ландшафтно-экологического стационара // Труды Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского – природного заповедника РАН. – 2020. – Вып. 1 (13). – С. 77–98.



63. *Ивашов А. В., Громенко В. М., Пышкин В. Б.* Оценка разнообразия флоры и фауны биогеоценозов Крымского Присивашья // *Экология и ноосферология*. – 2010. – Т. 21, № 1/2. – С. 19–27.
64. *Ивашов А. В.* К вопросу о содержании современной экологии // *Экосистемы, их оптимизация и охрана*. – 2011. – № 5 (24). – С. 3–10.
65. *Исаченко Г. А.* Динамика бореальных ландшафтов запада европейской части России за последние десятилетия // *Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов : материалы XIII Междунар. ландшафт. конф., посвящ. столетию со дня рождения Ф. Н. Милькова, Воронеж, 14–17 мая 2018 г. : в 2 т. / ред.: В. Б. Михно [и др.]*. – Воронеж : Истоки, 2018. – Т. 1. – С. 39–41.
66. *Исаченко Г. А.* Концепция многолетней динамики ландшафтов и вызовы времени // *Вопросы географии*. – 2014. – № 138. – С. 215–232.
67. *Исаченко Г. А.* Некоторые итоги стационарных исследований динамики ландшафтов южной тайги Северо-Запада Европейской России // *Экологические проблемы северных регионов и пути их решения : материалы VI Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 120-летию со дня рождения Г. М. Крепса и 110-летию со дня рождения О. И. Семенова-Тян-Шанского, Апатиты, 10–14 окт. 2016 г. / отв. ред. Г. А. Евдокимова, О. И. Вандыш*. – Апатиты : Кол. науч. центр РАН, 2016. – С. 95–98.
68. *Исаченко Г. А.* Опыт интерпретации изменений культурного ландшафта с позиций динамического ландшафтоведения // *Известия Российской академии наук. Серия географическая*. – 2017. – № 1. – С. 20–34. – <https://doi.org/10.15356/0373-2444-2017-1-20-34>
69. *Исиков В. П., Плугатарь Ю. В., Коба В. П.* Методы исследований лесных экосистем Крыма. – Симферополь : Ариал, 2014. – 252 с.
70. *Исиков В. П.* Формовое разнообразие древесных растений природной флоры Крыма // *Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада*. – 2014. – Т. 136. – С. 55–66.
71. *Казеев К. Ш., Колесников С. И.* Биодиагностика почв: методология и методы исследования. – Ростов-на-Дону : Юж. федерал. ун-т, 2012. – 260 с.
72. *Капица А. П., Голубева Е. И., Кравцова В. И., Краснушкин А. В., Лурье И. К., Мальшиев В. Б., Рис У. Г., Тутубалина О. В.* Мониторинг состояния экосистем Севера // *Известия Российской академии наук. Серия географическая*. – 2005. – № 2. – С. 82–91.
73. *Карелин Д. В., Замолотчиков Д. Г.* Баланс углерода в тундре в условиях современного климата: роль подземной составляющей чистой продукции // *Доклады Академии наук*. – 2014. – Т. 458, № 2. – С. 243–245.
74. *Коба В. П.* Биопродуктивность и экологический потенциал природных популяций видов рода *Pinus* L. // *Учёные записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: Биология, химия*. – 2009. – Т. 22, № 3 (61). – С. 57–62.
75. *Коба В. П., Жигалова Т. П.* Климатические факторы и динамика пожаров в лесах Горного Крыма // *Лесоведение*. – 2014. – № 2. – С. 52–58.
76. *Ковда В. А.* Действительно ли современные почвы не имеют истории? // *Почвоведение*. – 1969. – № 6. – С. 155–190.
77. *Колесников А. Н., Юрьев П. Н.* Разработка алгоритма аэрокосмического ГИС-мониторинга экосистем // *Актуальные проблемы математики и информатики: теория, методика, практика : сб. науч. тр. / М-во образования и науки РФ, Елец. гос. ун-т им. И. А. Бунина*. – Елец : Елец. гос. ун-т им. И. А. Бунина, 2015. – С. 149–153.
78. *Коломыц Э. Г.* Биоклиматическая систем Курильских островов // *Известия Российской академии наук. Серия географическая*. – 2018. – № 3. – С. 79–90.
79. *Коломыц Э. Г., Петренко П. С.* Дендроиндикация климатогенной динамики продуктивности лесных экосистем на Тихоокеанском мегаэотоне Северной Евразии // *Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии*. – 2018. – Т. 27, № 1. – С. 131–138.
80. *Коломыц Э. Г.* Избранные очерки географической экологии. Часть I. Базовый ландшафтно-экологический анализ // *Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии*. – 2018. – Т. 27, № 1. – С. 15–129.



81. Коломыйц Э. Г. Избранные очерки географической экологии. Часть II. Ландшафтно-экологические прогнозы // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2018. – Т. 27, № 2. – С. 5–146.
82. Коломыйц Э. Г., Шарая Л. С. Количественная оценка функциональной устойчивости лесных экосистем // Экология. – 2015. – № 2. – С. 83–94.
83. Коломыйц Э. Г., Шарая Л. С. Устойчивость лесных экосистем, методы её исчисления и картографирования // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16, № 1. – С. 93–107.
84. Коломыйц Э. Г. Эволюционная экология бореальных лесов на Тихоокеанском мегаэотоне Северной Евразии // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2015. – Т. 24, № 3. – С. 5–139.
85. Коломыйц Э. Г. Экспериментальная географическая экология. Записки географа-натуралиста. – Москва : Т-во науч. изд. КМК, 2018. – 716 с.
86. Константинов А. В., Сергиенко В. Г. Влияние изменений климата в голоцене на формирование разнообразия современных лесов и их трансформация к концу XXI века в Европейской части России // Лесотехнический журнал. – 2016. – № 3 (23). – С. 19–29.
87. Коньшина Е. В. Использование данных MODIS MCD 45 для пространственно-временного анализа лесных пожаров в ландшафтах лесной зоны европейской части России // Ландшафтно-экологическое состояние регионов России : материалы всерос. науч.-практ. конф., Воронеж, 19–21 мая 2015 г. / отв. ред. В. Б. Михно. – Воронеж : Истоки, 2015. – С. 82–86.
88. Корженевский В. В., Клюкин А. А. Биоиндикация современных процессов рельефообразования : учебное пособие. – Ялта : Ялтин. ин-т менеджмента, 2000. – 138 с.
89. Корженевский В. В., Дубс Е. Ю., Корженевская Ю. В. Геохимические особенности модельного мониторингового профиля Опуцкого природного заповедника // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. – 2013. – Т. 135. – С. 58–67.
90. Корженевский В. В., Клюкин А. А. Растительность гротов Крыма // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 1989. – Вып. 70. – С. 14–19.
91. Корженевский В. В. Растительность дюн Крыма // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. – 1986. – Т. 98. – С. 122–133.
92. Корженевский В. В. Растительность клифа Азовского побережья Крыма // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 1987. – Вып. 62. – С. 5–10.
93. Корженевский В. В., Квитницкая А. А., Едигарян А. А., Лыскович З. Ф. Фитоиндикация прибрежных форм рельефа Керченского полуострова // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2012. – Вып. 104. – С. 17–22.
94. Корженевский В. В., Клюкин А. А. Фитоиндикация рельефа возвышенностей Керченского полуострова на примере Казантипа // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. – 1986. – Т. 98. – С. 111–122.
95. Корженевский В. В., Квитницкая А. А. Фитоиндикация рельефообразования и опыт её применения // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2010. – Вып. 100. – С. 5–28.
96. Корженевский В. В., Квитницкая А. А. Фитоиндикация суффозионных явлений на грязевулканических брекчиях в Крыму // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2009. – № 1 (20). – С. 32–44.
97. Корженевский В. В., Квитницкая А. А. Фитоиндикация эолового рельефа Крыма // Современные тенденции развития науки и технологий. – 2015. – № 1-1. – С. 89–96.
98. Костенко И. В. Атлас почв Горного Крыма : научно-справочное пособие. – Киев : Ред. журн. «Аграр. наука», 2014. – 184 с.
99. Костенко И. В. Влияние искусственных лесных насаждений на горно-луговые почвы Крыма // Почвоведение. – 2018. – № 5. – С. 515–525. – <https://doi.org/10.7868/S0032180X18050015>
100. Костенко И. В., Опанасенко Н. Е. Сравнительная характеристика горно-лесных и горно-луговых почв Долгоруковской яйлы (Горный Крым) // Почвоведение. – 2020. – № 7. – С. 791–802. – <https://doi.org/10.31857/S0032180X20070072>
101. Костин С. Ю., Багрикова Н. А. Орнитокомплексы агроценозов Горного Крыма // Птицы и сельское хозяйство: современное состояние, проблемы и перспективы изучения : материалы I междунар. орнитол. конф., Москва, 17–18 ноября 2016 г. – Москва : Фирма Знак, 2016. – С. 144–149.

102. *Костин С. Ю.* Лесомелиорация как фактор трансформации орнитофауны Равнинного Крыма // Наука Юга России. – 2018. – Т. 14, № 2. – С. 98–108.
103. *Крайнюк Е. С.* Ресурсный потенциал природной флоры Крыма // Биологические особенности лекарственных и ароматических растений и их роль в медицине : сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию ВИЛАР, Москва, 23–25 июня 2016 г. / отв. ред. Л. Н. Зайко. – Москва : Щербин. тип., 2016. – С. 93–96.
104. *Крайнюк Е. С.* Современное состояние растительного покрова природного заповедника «Мыс Мартыан» // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартыан». – 2013. – Вып. 4. – С. 38–46.
105. *Ландшафтно-геофизические условия произрастания лесов в юго-восточной части Горного Крыма / под ред. В. А. Бокова.* – Симферополь : Таврия-Плюс, 2001. – 136 с.
106. *Ландшафтно-экологический стационар Карадагского природного заповедника / под ред. А. Л. Морозовой, Ю. И. Будашкина, В. А. Бокова.* – Симферополь : Таврия-Плюс, 1999. – Вып. 1. – 110 с.
107. *Лобанов Г. В., Башкирский А. И., Зверева А. Ю., Тришкин Б. В., Протасова А. П.* Многолетняя динамика NDVI как характеристика функционирования лесных ландшафтов (на примере Брянского учебно-опытного лесничества) // Учёные записки Брянского государственного университета. – 2016. – № 2. – С. 57–61.
108. *Лычак А. И., Бобра Т. В.* Новые подходы к геоэкологическому анализу и прогнозу антропогенной трансформации ландшафтов Крыма // Учёные записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: География. – 2012. – Т. 25 (64), № 1. – С. 146–154.
109. *Лычак А. И., Бобра Т. В., Яшенков В. О.* Прогнозное моделирование геоэкологических ситуаций в Крыму с использованием SWAT-модели // Учёные записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: География. – 2011. – Т. 24 (63), № 3. – С. 116–121.
110. *Мальшиева Н. В., Моисеев Б. Н., Филищук А. Н., Золина Т. А.* Методы оценки баланса углерода в лесных экосистемах и возможности их использования для расчётов депонирования углерода // Лесной вестник = Forestry Bulletin. – 2017. – Т. 21, № 1. – С. 4–13.
111. *Мамай И. И.* Динамика и функционирование ландшафтов : учебное пособие. – Москва : Изд-во МГУ, 2005. – 138 с.
112. *Мамай И. И.* Динамика ландшафтов. – Москва : Изд-во МГУ, 1992. – 167 с.
113. *Мамай И. И.* Закономерности развития природных территориальных комплексов в летние сезоны (на примере юго-восточной Мещёры) // Известия Русского географического общества. – 2010. – Т. 142, № 1. – С. 21–31.
114. *Мамай И. И.* О вкладе весенних состояний природных территориальных комплексов в их развитие // Известия Русского географического общества. – 2008. – Т. 140, № 4. – С. 9–20.
115. *Мамай И. И.* О вкладе зимних состояний природных территориальных комплексов в их развитие // Известия Русского географического общества. – 2007. – Т. 139, № 4. – С. 18–29.
116. *Мамай И. И.* Основы методики изучения динамики ландшафтов : учебное пособие. – Москва : Изд-во МГУ, 1987. – 203 с.
117. *Мамай И. И.* Оценка развития природных территориальных комплексов // География и природные ресурсы. – 2007. – № 2. – С. 134–139.
118. *Мамай И. И., Мироненко И. В.* Пространственные закономерности временных свойств природных территориальных комплексов // Вестник Московского университета. Серия 5, География. – 2010. – № 4. – С. 10–17.
119. *Мамай И. И., Мироненко И. В., Роганов С. Б., Матасов В. М., Глухов А. И., Федин А. В., Лапонона Г. В.* Развитие ландшафтов Мещёры за несколько десятилетий // Ландшафтный сборник (Развитие идей Н. А. Солнцева в современном ландшафтоведении). «Солнцевские чтения», посвящ. 110-летию со дня рождения основателя ландшафт.-геогр. шк. Моск. ун-та – Николая Адольфовича Солнцева-Эльбе, Москва, 24 мая 2012 г. / под ред. И. И. Мамай. – Москва ; Смоленск : Ойкумена, 2013. – С. 58–87.
120. *Мелентьев В. В., Мателенок И. В.* Возможности спутниковой СВЧ-радиометрии для широтной-зональной дифференциации ландшафтов Западной Сибири // Лесоведение. – 2014. – № 5. – С. 54–64.

121. *Миронова Л. П., Растворова О. Г.* Особенности влияния абиотических факторов среды на показатели продукционного и деструкционного процессов в условиях Карадагского заповедника // Труды Карадагского филиала : сб. науч. тр. / НАН Украины, Ин-т биологии юж. морей им. А. О. Ковалевского. – Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 1997. – С. 191–199.
122. *Миронова Л. П.* Эколого-биологическая структура и динамика растительных сообществ Карадагского заповедника : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.16. – Днепропетровск, 1991. – 17 с.
123. *Мишаева К. Б.* Оценка современного состояния агропастбищных ландшафтов полупустынной зоны Республики Калмыкия с применением ГИС-технологий // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11, Естественные науки. – 2015. – № 1 (11). – С. 100–106.
124. *Опанасенко Н. Е., Костенко И. В., Евтушенко А. П.* Агроэкологические ресурсы и районирование Степного и Предгорного Крыма под плодовые культуры. – Симферополь : Науч. мир, 2015. – 216 с.
125. *Опанасенко Н. Е.* Скелетные почвы Крыма и плодовые культуры / Нац. акад. аграр. наук Украины, Никит. Ботанич. сад – нац. науч. центр. – Херсон : Савченко А. В., 2014. – 333 с.
126. *Панин А. Г.* Взаимодействие природных компонентов и его роль в формировании ландшафтов на примере Западного Крымского Предгорья // Учёные записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: География. – 2012. – Т. 25 (64), № 2. – С. 81–99.
127. *Панин А. Г.* Многоступенные высотно-ярусная и экспозиционно-секторная составляющие дифференциации топографической поверхности как основа организации геосистем Западного Крымского Предгорья // Учёные записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: География. – 2011. – Т. 24 (63), № 2-3. – С. 302–306.
128. *Панкеева Т. В., Каширина Е. С., Панкеева А. Ю.* Методические аспекты изучения конфликтов природопользования побережья // Учёные записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. География. Геология. – 2018. – Т. 4 (70), № 3. – С. 151–163.
129. *Панкеева Т. В., Каширина Е. С., Свириц С. А., Миронова Н. В., Голубева Е. И.* Пространственная взаимосвязь охраняемых видов растений с ландшафтной структурой природного парка «Максимова дача» // Экосистемы. – 2020. – № 22 (52). – С. 39–52. – <https://doi.org/10.37279/2414-4738-2020-22-39-52>
130. *Паштейцкий В. С.* Научные основы оптимизации агроландшафтов и эффективного аграрного производства Республики Крым. – Симферополь : Ариал, 2015. – 276 с.
131. *Петренко П. С.* Пространственная организация лесных топогеосистем Нижнего Приамурья // География и природные ресурсы. – 2017. – № 3. – С. 36–45. – [https://doi.org/10.21782/GiPR0206-1619-2017-3\(36-45\)](https://doi.org/10.21782/GiPR0206-1619-2017-3(36-45))
132. *Петренко П. С.* Теоретико-информационный подход и опыт его применения при исследовании природных комплексов // Амурский научный вестник. – 2016. – № 3. – С. 108–113.
133. *Пичугин Е. А., Зильберман М. В., Шенфельд Б. Е.* Оценка ассимиляционной ёмкости экосистемы при размещении в ней дорожно-строительных материалов на основе бурового шлама // Проблемы региональной экологии. – 2014. – № 4. – С. 242–246.
134. *Плугатарь Ю. В.* Из лесов Крыма. – Харьков : Нове слово, 2008. – 462 с.
135. *Плугатарь Ю. В.* Леса Крыма. – Симферополь : ГБУ РК «НБС-ННЦ», 2015. – 368 с.
136. *Плугатарь Ю. В., Корженевский В. В.* Оптимизация агроландшафтов Крыма // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2014. – Вып. 112. – С. 7–15.
137. *Плугатарь Ю. В., Корженевский В. В.* Стратегия поддержания фиторазнообразия в Крыму // Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира (физиолого-биохимические, эмбриологические, генетические и правовые аспекты) : материалы VIII междунар. науч.-практ. конф., Ялта, 1–5 окт. 2018 г. / отв. ред. И. В. Митрофанова. – Симферополь : Ариал, 2018. – С. 78–79.
138. *Плугатарь Ю. В., Корженевский В. В.* Типология и экология лесов Крыма // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. – 2016. – Т. 143. – С. 164–172.
139. *Плугатарь Ю. В.* Типы лесов Крыма // Лісівництво і агролісомеліорація. – 2008. – Вип. 113. – С. 24–31.
140. *Плугатарь Ю. В., Корсакова С. П., Ильницький О. А.* Экологический мониторинг Южного берега Крыма. – Симферополь : Ариал, 2015. – 164 с.
141. *Плугатарь Ю. В., Корсакова С. П.* Эфиромасличные растения в условиях меняющегося климата. – Симферополь : Ариал, 2019. – 180 с.

142. Позаченюк Е. А. Ландшафтное разнообразие Крыма // Учёные записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. География. Геология. – 2015. – Т. 1 (67), № 4. – С. 37–50.
143. Позаченюк Е. А. Теоретические подходы к ландшафтному планированию // Учёные записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: География. – 2011. – Т. 24 (63), № 2-1. – С. 237–243.
144. Позаченюк Е. А. Экологическая экспертиза: природно-хозяйственные системы. – Симферополь : Таврич. экол. ин-т, 2003. – 405 с.
145. Поляков А. Ф., Плугатарь Ю. В. Лесные формации Крыма и их экологическая роль. – Харьков : Нове слово, 2009. – 405 с.
146. Поляков А. Ф., Плугатарь Ю. В., Рудь А. Г. Экологическая роль горных лесов Крыма // Наукові праці Лісівничої академії наук України. – 2008. – № 6. – С. 143–148.
147. Природа Восточного Крыма. Оценка биоразнообразия и разработка проекта локальной экологической сети / [отв. ред. С. П. Иванов]. – Киев : [б. и.] 2013. – 272 с.
148. Пузаченко Ю. Г., Котлов И. П., Кренке А. Н., Пузаченко М. Ю., Сандлерский Р. Б. Теоретико-методологические основания исследования иерархии в географии и экологии // Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов : материалы XIII Междунар. ландшафтной конф., посвящ. столетию со дня рождения Ф. Н. Милькова, Воронеж, 14–17 мая 2018 г. : в 2 т. / ред.: В. Б. Михно [и др.]. – Воронеж : Истоки, 2018. – Т. 1. – С. 29–30.
149. Пузаченко Ю. Г., Сандлерский Р. Б., Кренке А. Н., Пузаченко М. Ю. Информационный анализ гиперспектральных изображений со спутника Nuregion // Доклады Академии наук. – 2017. – Т. 475, № 1. – С. 90–93. – <https://doi.org/10.7868/S0869565217190203>
150. Пузаченко Ю. Г., Сандлерский Р. Б., Широная И. И. Долговременные мультиспектральные измерения растительных сообществ // Стационарные экологические исследования: опыт, цели, методология, проблемы организации : материалы всерос. совещания, Тверь, 15–19 авг. 2016 г. / под ред. В. В. Рожнова, Ю. Г. Пузаченко, Ю. А. Курбатова, А. С. Желтухина, О. А. Куричевой. – Москва : Т-во науч. изд. КМК, 2016. – С. 144–149.
151. Пшегусов Р. Х. Оценка динамических процессов в ландшафтах высокогорья Центрального Кавказа по материалам данных дистанционного зондирования // Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов : материалы XIII Междунар. ландшафт. конф., посвящ. столетию со дня рождения Ф. Н. Милькова, Воронеж, 14–17 мая 2018 г. : в 2 т. / ред.: В. Б. Михно [и др.]. – Воронеж : Истоки, 2018. – Т. 1. – С. 129–130.
152. Пшегусов Р. Х. Пространственный анализ горных экосистем Северного Кавказа в аспекте концепции высотно-поясной структуры: принципы, подходы, решения // Горные экосистемы и их компоненты : материалы VI Всерос. конф. с междунар. участием, посвящ. Году экологии в России и 100-летию заповед. дела в России, Нальчик, 11–16 сент. 2017 г. / под ред. Ф. А. Темботовой. – Махачкала : Алеф, 2017. – С. 207–209.
153. Пшегусов Р. Х. Технологии мониторинга популяций редких видов: теория и практика применения в условиях горных экосистем // Хищные птицы Северного Кавказа и сопредельных территорий: распространение, экология, динамика популяций, охрана : материалы междунар. конф., Сочи, 8–10 апр. 2016 г. / отв. ред. В. П. Белик. – Ростов-на-Дону : Изд-во Юж. федерал. ун-та, 2014. – С. 42–53.
154. Пышкин В. Б., Игнатов Е. И., Прыгунова И. Л. Биогеоинформационные методы изучения экосистем в современной экологии // Проблемы региональной экологии. – 2016. – № 5. – С. 27–34.
155. Разработка экологически сбалансированных способов защиты и восстановления водных объектов на территории Крыма / под ред. В. А. Бокова. – Симферополь : [б. и.], 2013. – 211 с.
156. Ретеюм А. Ю. Дендрохронология больших циклов Солнечной системы // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2014. – Т. 18, № 5. – С. 125–133.
157. Ретеюм А. Ю. Эндогенная энергия в ландшафтах Сибири // Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития : материалы XII междунар. ландшафт. конф., Тюмень – Тобольск, 22–25 авг. 2017 г. : в 3 т. / отв. ред. К. Н. Дьяконов. – Тюмень : Тюмен. гос. ун-т, 2017. – Т. 1. – С. 328–331.

158. Романова Э. П. Экосистемный анализ геоэкологического состояния ландшафтов // Проблемы региональной экологии. – 2010. – № 6. – С. 46–53.
159. Рукавицын В. В. Анализ состояния экосистем крупных городов методами машинного обучения // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геохронология. – 2018. – № 1. – С. 79–88.
160. Рулев А. С., Пугачева А. М. Теоретические и прикладные аспекты нелинейной агролесомелиорации субаридных ландшафтов // Лесоведение. – 2018. – № 5. – С. 389–398.
161. Рулев А. С., Рулева О. В. Развитие теории лесомелиорации ландшафтов // Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов : материалы XIII Междунар. ландшафт. конф., посвящ. столетию со дня рождения Ф. Н. Милькова, Воронеж, 14–17 мая 2018 г. : в 2 т. / ред.: В. Б. Михно [и др.]. – Воронеж : Истоки, 2018. – Т. 1. – С. 23–25.
162. Сандлерский Р. Б. Термодинамические характеристики сезонно-влажных лесов Южного Вьетнама по данным дистанционного зондирования // Математическое моделирование в экологии : материалы Пятой нац. науч. конф. с междунар. участием, Пушкино, 16–20 окт. 2017 г. / Ин-т физ.-хим. и биол. пробл. почвоведения РАН ; отв. ред. П. Я. Грабарник, Д. О. Логофет. – Пушкино : ИФХиБПП РАН, 2017. – С. 163–167.
163. Сандлерский Р. Б., Широная И. И., Пузаченко М. Ю., Пузаченко Ю. Г. Варьирование индекса листовой поверхности в южно-таёжных биогеоценозах по данным наблюдений на трансекте с регулярным шагом опробования // Стационарные экологические исследования: опыт, цели, методология, проблемы организации : материалы всерос. совещания, Тверь, 15–19 авг. 2016 г. / под ред. В. В. Рожнова, Ю. Г. Пузаченко, Ю. А. Курбатовой, А. С. Желтухина, О. А. Куричевой. – Москва : Тов-во науч. изд. КМК, 2016. – С. 159–163.
164. Сатуева Л. Л. Экосистемный подход в сохранении биоразнообразия территорий на региональной основе // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации : сб. ст. VIII междунар. науч.-практ. конф., Пенза, 15 дек. 2017 г. : в 4 ч. / отв. ред. Г. Ю. Гуляев. – Пенза : Наука и просвещение, 2017. – Ч. 1. – С. 57–59.
165. Сидоренков В. М., Матафонов Е. П., Жафьяров А. В., Серезжин А. В. Возможности применения геоинформационных технологий в решении задач лесной типологии // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2016. – Т. 20, № 5. – С. 45–52.
166. Сладкопечевцев С. А., Дроздов С. Л. О методике и проблемах составления эколого-почвенных карт // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2017. – Т. 61, № 1 (353). – С. 87–93.
167. Сладкопечевцев С. А. О проблемах теории геоэкологического картографирования // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2017. – Т. 61, № 4 (356). – С. 108–112.
168. Смирнов В. О. Алгоритмизация выделения местоположений и расчёта ландшафтно-геофизических параметров на различных пространственных уровнях как элемент диагностики в исследовании ландшафтов // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2015. – Т. 1 (11), № 1. – С. 62–71.
169. Смирнов В. О. Оценка коэффициентов увлажнения территории Горного Крыма по экоморфе растительного покрова // Учёные записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: География. – 2012. – Т. 25 (64), № 3. – С. 18–22.
170. Современное состояние и динамика биоразнообразия водно-болотных экосистем Белорусского Поозерья : монография / под ред. В. Я. Кузьменко. – Витебск : Витеб. гос. ун-т им. П. М. Машерова, 2015. – 265 с.
171. Современные ландшафты Крыма и сопредельных акваторий / под ред. Е. А. Позаченюк. – Симферополь : Бизнес-Информ, 2009. – 672 с.
172. Соколова Н. А., Соколов Д. А. Использование вегетационных индексов для оценки почвенно-экологического состояния техногенных ландшафтов // Почвы в биосфере : сб. материалов Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 50-летию Ин-та почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, 10–14 сент. 2018 г. / отв. ред. А. И. Сысо. – Томск : Нац. исслед. Том. гос. ун-т, 2018. – Ч. 2. – С. 345–349.
173. Солдатов М. С., Малхазова С. М., Румянцев В. Ю., Леонова Н. Б. Прогноз изменений прироста древесины в лесах европейской части России в связи с глобальным потеплением // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2014. – № 2. – С. 96–102.



174. Соцкова Л. М., Окара И. В. Конфликты природопользования и проблемы сохранения грязей озера Джарылгач // Учёные записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. География. Геология. – 2016. – Т. 2 (68), № 3. – С. 232–240.
175. Соцкова Л. М. Трансформация водных ресурсов под влиянием орошения // Учёные записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: География. – 2011. – Т. 24 (63), № 2–3. – С. 215–221.
176. Сысцев В. В. Введение в физико-математическую теорию геосистем / под ред. К. Н. Дьяконова. – Москва : Ленанд, 2020. – 600 с.
177. Тесленок С. А., Тесленок К. С., Горелов А. В. Анализ динамики лесных ландшафтов административного района средствами геоинформационных технологий // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11, Естественные науки. – 2015. – № 4 (14). – С. 68–80.
178. Титкова Т. Б., Виноградова В. В. Отклик растительности на изменение климатических условий в бореальных и субарктических ландшафтах в начале XXI века // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2015. – Т. 12, № 3. – С. 75–86.
179. Трансформация водного баланса в Крыму в XX веке – начале XXI века / под ред. В. А. Бокова. – Симферополь : Крым. науч. центр, 2011. – 227 с.
180. Трансформация ландшафтно-экологических процессов в Крыму в XX – начале XXI века / под ред. В. А. Бокова. – Симферополь : Доля, 2010. – 304 с.
181. Фартушина М. М., Есеналиева М. К., Хрысева Н. А., Чекалин Н. А. Особенности функционирования экосистем в зонах различной техногенной нагрузки // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 3 (53). – С. 158–161.
182. Фартушина М. М., Есеналиева М. К., Хрысева Н. А., Чекалин С. Г. Функционирование экосистем // Научные основы стратегии развития АПК и сельских территорий в условиях ВТО : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию образования Волгоград. гос. аграр. ун-та, Волгоград, 28–30 янв. 2014 г. – Волгоград : ВГАУ, 2014. – Т. 4. – С. 101–105.
183. Федорчук В. Н., Шорохов А. А., Шорохова Е. В., Кузнецова М. Л. Динамика коренных еловых лесов Европейской России // Лесоведение. – 2014. – № 2. – С. 11–19.
184. Черниковский Д. М. Автоматическая классификация поверхности рельефа для изучения количественных и качественных характеристик лесов // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2017. – № 219. – С. 74–95. – <https://doi.org/10.21266/2079-4304.2017.219.74-95>
185. Шанин В. Н., Быховец С. С., Чертов О. Г., Комаров А. С. Моделирование влияния внешних факторов на динамику органического углерода в лесах разных типов // Лесоведение. – 2018. – № 5. – С. 335–346.
186. Шанин В. Н. Моделирование лесных экосистем для прогнозирования динамики лесов // Научные основы устойчивого управления лесами : материалы II всерос. науч. конф. (с междунар. участием), Москва, 25–27 окт. 2016 г. / ред.: А. А. Алейников [и др.]. – Москва : Центр по пробл. экологии и продуктивности лесов РАН, 2016. – С. 19–20.
187. Швиденко А. З., Щепаченко Д. Г. Углеродный бюджет лесов России // Сибирский лесной журнал. – 2014. – № 1. – С. 69–92.
188. Экологическая безопасность ракетно-космической деятельности / А. Д. Кондратьев [и др.] ; под ред. Н. С. Касимова. – Москва : Спутник+, 2015. – 280 с.
189. Юречко М. А., Моисеенко Ю. Д., Хусаинов Т. Р., Шиккульская О. М. Анализ методов моделирования экосистем // Информация как двигатель научного прогресса : сб. ст. по итогам междунар. науч.-практ. конф., Саратов, 22 янв. 2018 г. / отв. ред. А. А. Сукиасян. – Стерлитамак : Агентство междунар. исслед., 2018. – С. 120–122.
190. Aguiar M. R., Sala O. E. Patch structure, dynamics and implications for the functioning of arid ecosystems // Trends in Ecology & Evolution. – 1999. – Vol. 14, iss. 7. – P. 273–277. – [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(99\)01612-2](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(99)01612-2)
191. Anufriieva E. V., Kolesnikova E. A., Shadrin N. V. Distribution and population dynamics of the highly halotolerant species *Eucypris mareotica* (Fischer, 1855) (Crustacea, Ostracoda) in hypersaline lakes of Crimea // Inland Water Biology. – 2019. – Vol. 12, iss. 2. – P. 170–177. – <https://doi.org/10.1134/S1995082919020032>



192. Bai Y., Han X., Wu J., Chen Z., Li L. Ecosystem stability and compensatory effects in the Inner Mongolia grassland // *Nature*. – 2004. – Vol. 431. – P. 181–184. – <https://doi.org/10.1038/nature02850>
193. Bailey R. G. Suggested hierarchy of criteria for multi-scale ecosystem mapping // *Landscape and Urban Planning*. – 1987. – Vol. 14. – P. 313–319. – [https://doi.org/10.1016/0169-2046\(87\)90042-9](https://doi.org/10.1016/0169-2046(87)90042-9)
194. Bailey R. G. The factor of scale in ecosystem mapping // *Environmental Management*. – 1985. – Vol. 9, no. 4. – P. 271–275. – <https://doi.org/10.1007/BF01867299>
195. Baird D., Ulanowicz R. E. The seasonal dynamics of the Chesapeake Bay ecosystem // *Ecological Monographs*. – 1989. – Vol. 59, iss. 4. – P. 329–364. – <https://doi.org/10.2307/1943071>
196. Balvanera P., Pfisterer A. B., Buchmann N., He J.-S. Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services // *Ecology Letters*. – 2006. – Vol. 9, iss. 10. – P. 1146–1156. – <https://doi.org/10.1111/j.1461-02648.200.00963.x>
197. Banner A., Meidinger D. V., Lea E. C., Maxwell R. E., Von Sacken B. C. Ecosystem mapping methods for British Columbia // *Environmental Monitoring and Assessment*. – 1996. – Vol. 39, iss. 1–3. – P. 97–117. – <https://doi.org/10.1007/BF00396139>
198. Bergeron Y., Harvey B. Basing silviculture on natural ecosystem dynamics: An approach applied to the southern boreal mixedwood forest of Quebec // *Forest Ecology and Management*. – 1997. – Vol. 92, iss. 1–3. – P. 235–242. – [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(96\)03924-2](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(96)03924-2)
199. Blackford J. C., Allen J. I., Gilbert F. J. Ecosystem dynamics at six contrasting sites: A generic modelling study // *Journal of Marine Systems*. – 2004. – Vol. 52, iss. 1–4. – P. 191–215. – <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2004.02.004>
200. Bonan G. B., Levis S., Kergoat L., Oleson K. W. Landscapes as patches of plant functional types: An integrating concept for climate and ecosystem models // *Global Biogeochemical Cycles*. – 2002. – Vol. 16, iss. 2. – P. 5.1–5.23. – <https://doi.org/10.1029/2000GB001360>
201. Bond E. M., Chase J. M. Biodiversity and ecosystem functioning at local and regional spatial scales // *Ecology Letters*. – 2002. – Vol. 5, iss. 4. – P. 467–470. – <https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2002.00350.x>
202. Davies A. B., Asner G. P. Advances in animal ecology from 3D-LiDAR ecosystem mapping // *Trends in Ecology & Evolution*. – 2014. – Vol. 29, iss. 12. – P. 681–691. – <https://doi.org/10.1016/j.tree.2014.10.005>
203. Dunaeva E. A., Pashtetsky V. S., Vecherkov V. V., Popovich V. V., Melnichuk A. Yu., Terleev V. V., Nikonorov A. O., Akimov L. I., Topaj A. Approaches for evaluation of relief morphometric characteristics influence on spatial distribution of moisture in the soils of steppe part of Crimea // *E3S Web of Conferences*. – 2020. – Vol. 175. – Art. no. 09017 (8 p.). – <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017509017>
204. Dunaeva I., Popovich V. V., Pashtetsky V. S., Terleev V. V., Nikonorov A. O. Application of ecosystem modelling methodology on rural areas of Crimea – Systematic approach // *Landscape Modelling and Decision Support* / Eds: W. Mirschel, V. V. Terleev, K.-O. Wenkel. – Cham, Switzerland AG : Springer Nature, 2020. – Chap. 3. – P. 37–47. – (Series: Innovations in Landscape Research). – [https://doi.org/10.1007/978-3-030-37421-1\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-37421-1_3)
205. Ecosystem dynamics of the boreal forest: The Kluane Project / Eds: C. J. Krebs, S. Boutin, R. Boonstra. – New York : Oxford University Press, 2001. – 544 p.
206. Egoh B., Reyers B., Rouget M., Richardson D. M., Maitre D. L., Jaarsveld A. V. Mapping ecosystem services for planning and management // *Agriculture, Ecosystems & Environment*. – 2008. – Vol. 127, iss. 1–2. – P. 135–140. – <https://doi.org/10.1016/j.agee.2008.03.013>
207. Flynn D. F. B., Mirotchnick N., Jain M., Palmer M. I., Naeem S. Functional and phylogenetic diversity as predictors of biodiversity – ecosystem-function relationships // *Ecology*. – 2011. – Vol. 92, iss. 8. – P. 1573–1581. – <https://doi.org/10.1890/10-1245.1>
208. Frangi J. L., Lugo A. E. Ecosystem dynamics of a subtropical floodplain forest // *Ecological Monographs*. – 1985. – Vol. 55, iss. 3. – P. 351–369. – <https://doi.org/10.2307/1942582>
209. Fussmann G. F., Loreau M., Abrams P. A. Eco-evolutionary dynamics of communities and ecosystems // *Functional Ecology*. – 2007. – Vol. 21, iss. 3. – P. 465–477. – <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2007.01275.x>

210. *Gandhi G. M., Parthiban S., Thummalu N., Christy A.* NDVI: Vegetation change detection using remote sensing and GIS – A case study of Vellore district // *Procedia Computer Science*. – 2015. – Vol. 57. – P. 1199–1210. – <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.07.415>
211. *Green R. N.* Terrestrial ecosystems mapping of the Southern Gulf Islands. – North Vancouver, Canada : B. A. Blackwell and Associates Ltd., 2007. – 122 p.
212. *Grime J. P.* Biodiversity and ecosystem function: The debate deepens // *Science*. – 1997. – Vol. 277, iss. 5330. – P. 1260–1261. – <https://doi.org/10.1126/science.277.5330.1260>
213. *Haines-Young R., Green D. R., Cousins S. H.* Landscape ecology and geographical information systems. – New York : CRC Press, 1993. – 298 p.
214. *Hawkins S. J.* Scaling up: The role of species and habitat patches in functioning of coastal ecosystems // *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. – 2004. – Vol. 14, iss. 3. – P. 217–219. – <https://doi.org/10.1002/aqc.637>
215. *Hmimina G., Dufrêne E., Pontailleur J. Y., Delpierre N., Aubinet M., Caquet B., de Grandcourt A., Burban B., Flechard C., Granier A., Gross P., Heinesch B., Longdoz B., Moureaux C., Ourcival J.-M., Rambal S., Saint André L., Soudani K.* Evaluation of the potential of MODIS satellite data to predict vegetation phenology in different biomes: An investigation using ground-based NDVI measurements // *Remote Sensing of Environment*. – 2013. – Vol. 132. – P. 145–158. – <https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.01.010>
216. *Jackson B., Pagella T., Sinclair F., Orellana B., Henshaw A., Reynolds B., McIntyre N., Wheeler H., Eycott A.* Polyscape: A GIS mapping framework providing efficient and spatially explicit landscape-scale valuation of multiple ecosystem services // *Landscape and Urban Planning*. – 2013. – Vol. 112. – P. 74–88. – <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.12.014>
217. *Kappelle M., Castro M., Acevedo H., Cordero P., Gonzalez L., Mendez E., Monge H.* A rapid method in ecosystem mapping and monitoring as a tool for managing Costa Rican ecosystem health // *Managing for Healthy Ecosystems* / Eds: D. J. Rapport, W. L. Lasley, D. E. Rolston, N. O. Nielsen, C. O. Qualset, A. B. Damania. – Boca Raton ; London ; New York ; Washington : A CRC Press Company «Lewis Publisher», 2003. – Chap. 47. – P. 449–458.
218. *Kaptué Tchuenté A. T., De Jong S. M., Roujean J.-L., Favier C., Mering C.* Ecosystem mapping at the African continent scale using a hybrid clustering approach based on 1-km resolution multi-annual data from SPOT/VEGETATION // *Remote Sensing of Environment*. – 2011. – Vol. 115, iss. 2. – P. 452–464. – <https://doi.org/10.1016/j.rse.2010.09.015>
219. *Kuuluvainen T.* Forest management and biodiversity conservation based on natural ecosystem dynamics in Northern Europe: The complexity challenge // *AMBIO: A Journal of the Human Environment*. – 2009. – Vol. 38, no. 6. – P. 309–315. – <https://doi.org/10.1579/08-A-490.1>
220. *Lamto: structure, functioning and dynamics of a savanna ecosystem* / Eds: L. Abbadie, J. Gignoux, X. Le Roux, M. Lepage. – New York : Springer, 2005. – 340 p. – (Ecological Studies ; 179).
221. *Levine E. R., Ranson K. J., Smith J. A., Williams D. L., Knox R. G., Shugart H. H., Urban D. L., Lawrence W. T.* Forest ecosystem dynamics: Linking forest succession, soil process and radiation models // *Ecological Modelling*. – 1993. – Vol. 65, iss. 3–4. – P. 199–219. – [https://doi.org/10.1016/0304-3800\(93\)90080-C](https://doi.org/10.1016/0304-3800(93)90080-C)
222. *Lhermitte S., Verbesselt J., Verstraeten W. W., Coppin P.* A comparison of time series similarity measures for classification and change detection of ecosystem dynamics // *Remote Sensing of Environment*. – 2011. – Vol. 115, iss. 12. – P. 3129–3152. – <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.06.020>
223. *Loeuille N., Loreau M., Ferriere R.* Consequences of plant-herbivore coevolution on the dynamics and functioning of ecosystems // *Journal of Theoretical Biology*. – 2002. – Vol. 217, iss. 3. – P. 369–381. – <https://doi.org/10.1006/jtbi.2002.3032>
224. *Loreau M.* Biodiversity and ecosystem functioning: Recent theoretical advances // *OIKOS*. – 2000. – Vol. 91, iss. 1. – P. 3–17. – <https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2000.910101.x>
225. *Loreau M., Naeem S., Inchausti P., Bengtsson J., Grime J. P., Hector A., Hooper D. U., Huston M. A., Raffaelli D., Schmid B., Tilman D., Wardle D. A.* Biodiversity and ecosystem functioning: Current knowledge and future challenges // *Science*. – 2001. – Vol. 294, iss. 5543. – P. 804–808. – <https://doi.org/10.1126/science.1064088>

226. *Lüftenegger E., Comuzzi M., Grefen P.* The service-dominant ecosystem: Mapping a service dominant strategy to a product-service ecosystem // Collaborative Systems for Reindustrialization : proc. of the 14th IFIP WG 5.5 Working Conference on Virtual Enterprises PRO-VE 2013, Dresden, Sept. 30 – Oct. 2, 2013 / Eds: L. M. Camarinha-Matos, R. J. Scherer. – Berlin ; Heidelberg : Springer, 2013. – P. 22–30. – (IFIP Advances in Information and Communication Technology ; vol. 408). – [https://doi.org/10.1007/978-3-642-40543-3\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-642-40543-3_3)
227. *Ludwig J. A., Wilcox B. P., Breshears D. D., Tongway D. J., Imeson A. C.* Vegetation patches and runoff-erosion as interacting ecohydrological processes in semiarid landscapes // Ecology. – 2005. – Vol. 86, iss. 2. – P. 288–297. – <https://doi.org/10.1890/03-0569>
228. *Lugo A. E., Brown S. L., Dodson R., Smith T. S., Shugart H. H.* The Holdridge life zones of the conterminous United States in relation to ecosystem mapping // Journal of Biogeography. – 1999. – Vol. 26, iss. 5. – P. 1025–1038.
229. *MacMillan R. A., Moon D. E., Coupé R. A., Phillips N.* Predictive ecosystem mapping (PEM) for 8.2 million ha of forestland, British Columbia, Canada // Digital Soil Mapping. Bridging Research, Environmental Application, and Operation / Eds: J. L. Boettinger, D. W. Howell, A. C. Moore, A. E. Hartemink, S. Kienast-Brown. – Dordrecht ; Heidelberg ; London ; New York : Springer, 2010. – Chap. 27. – P. 337–356. – (Progress in Soil Science ; vol. 2). – [https://doi.org/10.1007/978-90-481-8863-5\\_27](https://doi.org/10.1007/978-90-481-8863-5_27)
230. *Maesa J., Egoha B., Willemsen L., Liqueste C., Vihervaara P., Schagner J. P., Grizzetti B., Drakou E. G., Notte A. L., Zulian G., Bouraoui F., Paracchini M. L., Braat L., Bidoglio G.* Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union // Ecosystem Services. – 2012. – Vol. 1, iss. 1. – P. 31–39.
231. *Martínez-Harms M. J., Balvanera P.* Methods for mapping ecosystem service supply: A review // International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management. – 2012. – Vol. 8, iss. 1–2. – P. 17–25. – <https://doi.org/10.1080/21513732.2012.663792>
232. *Marvin D. C., Bradley B. A., Wilcove D. S.* A novel, web-based, ecosystem mapping tool using expert opinion // Natural Areas Journal. – 2009. – Vol. 29, iss. 3. – P. 281–292. – <https://doi.org/10.3375/043.029.0307>
233. *Massol F., Gravel D., Mouquet N., Cadotte M. W., Fukami T., Leibold M. A.* Linking community and ecosystem dynamics through spatial ecology // Ecology Letters. – 2011. – Vol. 14, iss. 3. – P. 313–323. – <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01588.x>
234. *Matthew A. T., Wilson A.* Mapping ecosystem services: Practical challenges and opportunities in linking GIS and value transfer // Ecological Economics. – 2006. – Vol. 60, iss. 2. – P. 435–449. – <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.04.007>
235. *McNulty S. G., Vose J. M., Swank W. T., Aber J. D., Federer C. A.* Regional-scale forest ecosystem modeling: Database development, model predictions and validation using a Geographic Information System // Climate Research. – 1994. – Vol. 4, iss. 3. – P. 223–231.
236. *Millard K., Richardson M.* On the importance of training data sample selection in random forest image classification: A case study in peatland ecosystem mapping // Remote Sensing. – 2015. – Vol. 7, iss. 7. – P. 8489–8515. – <https://doi.org/10.3390/rs70708489>
237. *Mishra N., Helder D., Barsi J., Markham B.* Continuous calibration improvement in solar reflective bands: Landsat 5 through Landsat 8 // Remote Sensing of Environment. – 2016. – Vol. 185. – P. 7–15. – <https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.07.032>
238. *Mouillot F., Rambal S., Joffre R.* Simulating climate change impacts on fire frequency and vegetation dynamics in a Mediterranean-type ecosystem // Global Change Biology. – 2002. – Vol. 8, iss. 5. – P. 423–437. – <https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.2002.00494.x>
239. *Nadeau L. B., Li C., Hans H.* Ecosystem mapping in the Lower Foothills subregion of Alberta: Application of fuzzy logic // The Forestry Chronicle. – 2004. – Vol. 80, no. 3. – P. 359–365. – <https://doi.org/10.5558/tfc80359-3>
240. *Naeem S., Wright J. P.* Disentangling biodiversity effects on ecosystem functioning: Deriving solutions to a seemingly insurmountable problem // Ecology Letters. – 2003. – Vol. 6, iss. 6. – P. 567–579. – <https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2003.00471.x>

241. *Nemani R., Hashimoto H., Votava P., Melton F., Wang W., Michaelis A., Mutch L., Milesi C., Hiatt S., White M.* Monitoring and forecasting ecosystem dynamics using the Terrestrial Observation and Prediction System (TOPS) // *Remote Sensing of Environment*. – 2009. – Vol. 113, iss. 7. – P. 1497–1509. – <https://doi.org/10.1016/j.rse.2008.06.017>
242. *Nemec K. T., Raudsepp-Hearne C.* The use of geographic information systems to map and assess ecosystem services // *Biodiversity and Conservation*. – 2013. – Vol. 22, iss. 1. – P. 1–15. – <https://doi.org/10.1007/s10531-012-0406-z>
243. *New models for ecosystem dynamics and restoration / Eds: R. J. Hobbs, K. N. Suding.* – Washington ; Covelo ; London : Island press, 2009. – 366 p. – (Society for Ecological Restoration International).
244. *Ojea E., Nunes P. A., Loureiro M. L.* Mapping biodiversity indicators and assessing biodiversity values in global forests // *Environmental and Resource Economics*. – 2010. – Vol. 47, iss. 3. – P. 329–347. – <https://doi.org/10.1007/s10640-010-9381-6>
245. *Ollinger S. V., Aber J. D., Federer A.* Estimating regional forest productivity and water yield using an ecosystem model linked to a GIS // *Landscape Ecology*. – 1998. – Vol. 13, iss. 5. – P. 323–334. – <https://doi.org/10.1023/A:1008004423783>
246. *Pastor J., Johnston C. A.* Using simulation models and geographic information systems to integrate ecosystem and landscape ecology // *Watershed Management: Balancing Sustainability and Environmental Change / Ed. R. J. Naiman.* – New York : Springer, 1992. – Chap. 11. – P. 324–346. – [https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4382-3\\_11](https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4382-3_11)
247. *Payet K., Rougt M., Esler K. J., Reyers B., Rebelo T., Thompson M. W., Vlok J. H. J.* Effect of land cover and ecosystem mapping on ecosystem-risk assessment in the Little Karoo, South Africa // *Conservation Biology*. – 2013. – Vol. 27, iss. 3. – P. 531–541. – <https://doi.org/10.1111/cobi.12065>
248. *Pettorelli N., Vik J. O., Mysterud A., Gaillard J.-M., Tucker C. J., Stenseth N. C.* Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change // *Trends in Ecology and Evolution*. – 2005. – Vol. 20, iss. 9. – P. 503–510. – <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.05.011>
249. *Raymond C. M., Bryan B. A., MacDonald D. H., Cast A., Strathearn S., Grandgirard A., Kalivas T.* Mapping community values for natural capital and ecosystem services // *Ecological Economics*. – 2009. – Vol. 68, iss. 5. – P. 1301–1315. – <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.12.006>
250. *Repetskaya A. I., Parfenova I. A., Bondareva L. V., Nevkrytaya N. V., Pashtetsky V. S., Scipor O. B.* Restoration of the plant cover of mining landscapes in the semi-arid conditions of the southwestern region of the Crimean Peninsula // *International Journal of Advanced Science and Technology*. – 2020. – Vol. 29, no. 7. – P. 1900–1908.
251. *Rocchini D., Foody G. M., Nagendra H., Ricotta C., Anand M., He K. S., Amici V., Kleinschmit B., Förster M., Schmidtlein S., Feilhauer H., Ghisla A., Metz M., Neteler M.* Uncertainty in ecosystem mapping by remote sensing // *Computers & Geosciences*. – 2013. – Vol. 50. – P. 128–135. – <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2012.05.022>
252. *Rodriguez R. J., Redman R. S.* Fungal life-styles and ecosystem dynamics: Biological aspects of plant pathogens, plant endophytes and saprophytes // *Advances in Botanical Research*. – 1997. – Vol. 24. – P. 169–193. – [https://doi.org/10.1016/S0065-2296\(08\)60073-7](https://doi.org/10.1016/S0065-2296(08)60073-7)
253. *Roy D. P., Kovalskyy V., Zhang H. K., Vermote E. F., Yan L., Kumar S. S., Egorov A.* Characterization of Landsat-7 to Landsat-8 reflective wavelength and normalized difference vegetation index continuity // *Remote Sensing of Environment*. – 2016. – Vol. 185, iss. 1. – P. 57–70. – <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.12.024>
254. *Running S. W., Nemani R. R., Peterson D. L., Band L. E., Potts D. F., Pierce L. L., Spanner M. A.* Mapping regional forest evapotranspiration and photosynthesis by coupling satellite data with ecosystem simulation // *Ecology*. – 1989. – Vol. 70, no. 4. – P. 1090–1101. – <https://doi.org/10.2307/1941378>
255. *Sala O. E., Loik M. E., Ehleringer J. R.* Thresholds, memory, and seasonality: Understanding pulse dynamics in arid/semi-arid ecosystems // *Oecologia*. – 2004. – Vol. 141, iss. 2. – P. 191–193. – <https://doi.org/10.1007/s00442-004-1683-3>



256. *Shadrin N. V., Anufrieva E. V.* Structure and trophic relations in hypersaline environments // *Biology Bulletin Reviews*. – 2020. – Vol. 10, iss. 1. – P. 48–56. – <https://doi.org/10.1134/S2079086420010065>
257. *Sinclair A. R. E., Byrom A. E.* Understanding ecosystem dynamics for conservation of biota // *Journal of Animal Ecology*. – 2006. – Vol. 75, iss. 1. – P. 64–79. – <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2006.01036.x>
258. *Shadrin N. V., Kolesnikova E., Revkova T., Latushkin A., Chepyzhenko A., Drapun I., Dyakov N., Anufrieva E.* Do separated taxa react differently to a long-term salinity increase? The meiobenthos changes in Bay Sivash, largest hypersaline lagoon worldwide // *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*. – 2019. – No. 420. – Art. no. 36 (14 p.). – <https://doi.org/10.1051/kmae/2019028>
259. *Sinclair A. R. E., Mduma S., Hopcraft J. G. C., Fryxell J. M., Hilborn R., Thirgood S.* Long-term ecosystem dynamics in the Serengeti: Lessons for conservation // *Conservation Biology*. – 2007. – Vol. 21, iss. 3. – P. 580–590. – <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00699.x>
260. *Sitch S., Smith B., Prentice I. C., Arneth A., Bondeau A., Cramer W., Kaplan J. O., Levis S., Lucht W., Sykes M. T., Thonicke K., Venevsky S.* Evaluation of ecosystem dynamics, plant geography and terrestrial carbon cycling in the LPJ dynamic global vegetation model // *Global Change Biology*. – 2003. – Vol. 9, iss. 2. – P. 161–185. – <https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.2003.00569.x>
261. *Smith M. D., Knapp A. K., Collins S. L.* A framework for assessing ecosystem dynamics in response to chronic resource alterations induced by global change // *Ecology*. – 2009. – Vol. 90, iss. 12. – P. 3279–3289. – <https://doi.org/10.1890/08-1815.1>
262. *Tallis H., Polasky S.* Mapping and valuing ecosystem services as an approach for conservation and natural-resource management // *Annals of the New York Academy of Sciences*. – 2009. – Vol. 1162, iss. 1 : The Year in Ecology and Conservation Biology. – P. 265–283. – <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04152.x>
263. *Treseder K. K., Lennon J. T.* Fungal traits that drive ecosystem dynamics on land // *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. – 2015. – Vol. 79, iss. 2. – P. 243–262. – <https://doi.org/10.1128/MMBR.00001-15>
264. *Ulanowicz R. E.* The dual nature of ecosystem dynamics // *Ecological Modelling*. – 2009. – Vol. 220, iss. 16. – P. 1886–1892. – <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2009.04.015>
265. *Wainger L. A., Secor D. H., Gurbisz C., Kemp W. M., Glibert P. M., Houde E. D., Richkus J., Barber M. C.* Resilience indicators support valuation of estuarine ecosystem restoration under climate change // *Ecosystem Health and Sustainability*. – 2017. – Vol. 3, iss. 4. – Art. e01215 [e01268 ?] (20 p.). – <https://doi.org/10.1002/ehs2.1268>
266. *Wang G., Eltahir A. B.* Ecosystem dynamics and the Sahel Drought // *Geophysical Research Letters*. – 2000. – Vol. 27, iss. 6. – P. 795–798. – <https://doi.org/10.1029/1999GL011089>
267. *Wu J., Loucks O. L.* From balance of nature to hierarchical patch dynamics: A paradigm shift in ecology // *The Quarterly Review of Biology*. – 1995. – Vol. 70, no. 4. – P. 439–466.



## HISTORY AND CURRENT STATE OF RESEARCH ON THE FUNCTIONING AND DYNAMICS OF REGIONAL ECOSYSTEMS

Gorbunov R. V.

*A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russian Federation,  
e-mail: [karadag\\_station@mail.ru](mailto:karadag_station@mail.ru)*

The paper presents the results of studies of the ideas development about the functioning and dynamics of regional ecosystems. Particular attention is paid to the functioning and dynamics of ecosystems against the background of climate change. The stages of ideas development about the functioning and dynamics of ecosystems are revealed. The ideas development in the world and Russian scientific traditions is shown. Particular attention is paid to the role of the Crimean scientific schools in the development of the theory and methodology of research on the functioning and dynamics of ecosystems. It is shown that, despite a significant number of publications in this direction, the theory and methodology of studying the processes of functioning and dynamics of regional ecosystems under climatic changes have not been fully developed.

**Keywords:** ecosystem, regional ecosystem, ecosystem functioning, ecosystem dynamics, climate change.

### Сведения об авторе

Горбунов Роман Вячеславович кандидат географических наук, директор ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», [karadag\\_station@mail.ru](mailto:karadag_station@mail.ru)

*Поступила в редакцию 30.12.2020 г.*

*Принята к публикации 10.03.2021 г.*

УДК 630(292.471+470)(091)

## ПЕРИОДИЗАЦИЯ ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В КРЫМУ НА БАЗЕ ИСТОРИИ ЛЕСОВОДСТВА РОССИИ\*

Ключкина А. А.

*Карадагская научная станция им. Т. И. Вяземского — природный заповедник РАН,  
филиал Федерального исследовательского центра «Институт биологии южных морей  
им. А. О. Ковалевского РАН», Феодосия, Российская Федерация,  
e-mail: [klyuchkinaaa@gmail.com](mailto:klyuchkinaaa@gmail.com)*

В работе представлена периодизация истории изучения защитных насаждений в Крыму, а также краткая историческая сводка изучения создания защитных лесонасаждений на Крымском полуострове, начиная с первой заинтересованности в лесомелиоративных работах для степных угодий. В статье отмечены взаимосвязи развития государственности России и факторов, формирующих интерес к лесоразведению. В работе проанализированы научные труды по теме лесовосстановительных работ, агролесомелиорации, а также исследований в области лесоразведения и создания лесополос на территории Крымского полуострова. Выделены периоды научных исследований в Крыму по этому направлению и отмечены особенности таких исследований в современных реалиях. Статья отображает динамику развития агролесомелиоративных работ на территории Крымского полуострова, а также рост заинтересованности общественности в продвижении этой тематики в наши дни.

**Ключевые слова:** защитные лесонасаждения, лесополоса, защитные леса, экологическая безопасность, Крымский полуостров, «зеленый коридор» Крыма, общественное движение, некоммерческие организации.

### Введение

Анализ литературы по вопросам изучения истории агролесомелиорации неизбежно приводит к истокам лесоводства, защитного лесоразведения и развития агролесомелиоративных методик. Защитные лесополосы фактически являются результатом векового эксперимента с посадками древесных насаждений. Однако и в современных реалиях это действенный инструмент сохранения и поддержания плодородности почв, а также увеличения доходности ожидаемых урожаев.

При анализе литературы предпочтение отдавалось публикациям по истории лесного хозяйства России, территориально затрагивающим Крымский полуостров. Несмотря на то что Крым долгое время находился вне российского правового поля, тем не менее его история неразрывно связана с историей Российского государства. Поэтому и историю изучения лесного хозяйства Крыма следует рассматривать лишь в контексте изучения лесного хозяйства России в целом.

История лесоразведения широко представлена в научной литературе. В большинстве случаев авторы, занимающиеся этой тематикой, выделяют два периода в науке о лесном хозяйстве: дореволюционный и постреволюционный. Авторы советского периода выделяют историю в основном в рамках периода прихода к власти правительства СССР, отделяя десятилетия активных посадок и временного затишья в посадочных работах. Встречаются также и другие примеры периодизации, как сделал, например, С. С. Сулягин [Сулягин, 2011], который определил границы периодов по факторам, характеризующим отношение к собственности на лесные ресурсы. Такая система, по его мнению, позволяет выявить периоды истории лесного хозяйствования по степени защищенности государственных лесов от самовольных рубок. В этой статье представлена периодизация истории изучения лесного хозяйства, в основу которой была заложена общая заинтересованность научного сообщества в развитии лесного хозяйствования, а также согласованность

---

\*Работа выполнена в рамках государственного задания Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского — природного заповедника РАН, филиала Федерального исследовательского центра «Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского РАН» по теме АААА-А19-119012490044-3.

научных исследований с развитием агролесомелиоративной науки и совершенствованием законодательной базы, то есть в качестве рубежа принимается начало согласованного взаимодействия научного сообщества и органов государственного управления.

Итак, если предположить, что история эксплуатации лесов началась с появлением человека, то можно сделать вывод, что исследование следует начинать с эпохи неолита. Однако только с появлением земледелия стал возникать вопрос о приоритетности территорий, занятых древесной растительностью. На территории Российской Федерации земли, подвергшиеся различного рода деградациям, были сформированы в результате активной рубки и прожига лесов для сельского хозяйства и бытовых нужд, особенно на территориях, близких к большим населенным пунктам, а также крупным и средним рекам, исторически удобным для судоходства или сплава товара. Территория Крымского полуострова также подвергалась интенсивному антропогенному воздействию во все времена обитания на ней человека.

Около 300 лет назад первые естествоиспытатели в России заговорили о необходимости реструктуризации лесного хозяйства, около 200 лет назад впервые было высказано предположение о значимости линейных лесных посадок, и чуть менее 150 лет назад в Крыму начались первые посадки защитных лесонасаждений. За это время ведущими учёными и специалистами в области землепользования неоднократно доказаны экономические и экологические преимущества посадок леса и лесополос. Однако до сих пор существуют нерешённые задачи, поставленные ещё на заре становления агролесомелиоративной науки.

По значимости линейные и защитные лесонасаждения можно отнести к «зелёным коридорам» — среде обитания многих видов птиц и животных, источнику семян и саженцев для новых посадок и даже к средообразующей защитной системе. Для Крыма вопрос возобновления работ по воссозданию системы лесополос является категорически актуальным и крайне своевременным. Это напрямую взаимосвязано с происходящими структурными трансформациями в аграрном, лесном, транспортном и промышленном секторах, интенсивным ростом населённых пунктов, экологической безопасностью и вместе с тем нарастающей необходимостью обеспечения населения продовольствием. При общей разноуровневой значимости лесных полос в последних публикациях отмечается явно неудовлетворительное их состояние [Балакай и др., 2016].

### **Материал и методы**

При выполнении работы были использованы методы анализа литературных источников. При выборе исходных материалов было применено ранжирование данных по критериям полноты информации и её достоверности. Особое внимание уделялось материалам изданий, касающихся агролесомелиорации в Крыму, истории лесного дела в России, а также тематике становления защитного лесоразведения. Отбор источников осуществлялся с помощью электронных ресурсов крупнейших библиотек России, в том числе библиотек Крыма, таких как Крымская республиканская универсальная научная библиотека имени И. Я. Франко и Научная библиотека Крымского федерального университета им В. И. Вернадского. Наибольшую пользу в поиске материала оказали: Президентская библиотека им. Б. Н. Ельцина, Государственная публичная историческая библиотека России, Центральная научная сельскохозяйственная библиотека, научная библиотека диссертаций и авторефератов «Earthpapers», электронные библиотеки eLibrary.ru, «Лесное хозяйство России. История и современность», «Руконт», «Университетская библиотека online», «Научное наследие России», электронная библиотека Федерального архивного агентства (Росархив), а также услуга онлайн-просмотра документов в Российской государственной библиотеке, ресурсы сайтов «Домашний архив», Bibliard.ru, «Исторические материалы», «Крым в истории России», WWF Russia.

## Результаты и обсуждение

При рассмотрении периодов в истории изучения сохранения лесов современной России, в частности защитного лесонасаждения, стоит начать с истоков возникновения Российского государства. В результате было выделено пять периодов.

Начало первого периода соотносится с первыми государственными охранными актами, датированными IX в. Его завершение знаменуется становлением Российской империи. Этот период наименее информативен с точки зрения изучения истории зарождения лесного хозяйства, однако некоторые исторические отсылки всё-таки дают понять, что в то время уже существовало понимание значения леса не только как источника древесины. Второй период — это период существования Российской империи до момента её распада. Весь период развитие лесоводческой науки характеризуется стабильным сотрудничеством научного сообщества и государственной власти. Третий период в этой статье выделяется с 1917 года, то есть с момента смены власти императора Николая II на власть Советов. Завершается этот период распадом СССР. Этот период истории в лесоводческой науке делится на несколько этапов, в которые интерес к агролесомелиорации то возвращался к уровню дореволюционного, то был близок к нулевым отметкам, если судить по количеству научных публикаций. Четвёртый, самый короткий период, связан со становлением независимого государства Украины в 1992 году. Этот отрезок времени в истории Крыма длится 29 лет и характеризуется крайне низким интересом к вопросу агролесомелиорации как со стороны научного сообщества, так и со стороны государства. Однако он отмечен развитием компьютерных технологий, использование которых способствовало также и усовершенствованию лесного хозяйства. Завершающий, пятый, период связан с присоединением Крымского полуострова к Российской Федерации в 2014 году. Этот период длится до наших дней и не имеет чёткой структуры, однако отмечается повышение интереса к проблемам агролесомелиорации как среди научного сообщества, так и среди общественности и администрации региона.

Далее каждый из периодов предлагается к более обстоятельному рассмотрению.

**Первый период.** Его началом в истории изучения лесного хозяйства стоит полагать возникновение государственного строя. Истоком организованной государственности в России считается Киевская Русь с её столицей в Киеве, а затем в Москве. Крымский полуостров в это время не был включён в границы Руси, однако, как показывает обзор исторической литературы, местное население вело активную хозяйственную деятельность и интерес к лесным массивам был потребительским. Во времена Киевской Руси и ранее лес воспринимался как основной источник топлива и дичи, различного рода даровых природных ресурсов, не требующих от государства особой заботы и ухода. Однако и в то время существовали постановления, диктующие своеобразные правила рубок леса или запрещающие поджоги. Лес рассматривался как собственность, но также и как военный кордон. Так, к примеру, ещё в IX веке Ярославом Мудрым издано постановление об особом, охранном способе рубок в лесах вблизи крупных поселений для создания естественного защитного ограждения от набегов кочующих племён [Тихонов, 2007].

В этой же работе А. С. Тихонов упоминает о повышении интереса к лесу как ресурсу уже с XIV века и связывает этот факт с историей развития традиционного промысла. Одним из самых популярных промыслов XIV в., по его мнению, было смолокурение — один из старых способов химической переработки древесины. На севере страны смолокурение получило особенно широкое распространение и имело весомое значение для местного населения. Другими традиционными видами обработки древесины в те времена значились углежжение и дёгтекурение. Для населения Крымских гор углежжение также было одним из источников дохода [Бородин, Аграрные..., 1998]. В царской России до 1776 года рубка леса для промышленных нужд была разрешена повсеместно, даже вблизи крупных городов и по руслам рек, а межевание фактических границ владений началось значительно позже, только в 1786 году [Тихонов, 2007].

Первые работы научного содержания, посвящённые становлению государственного лесоустройства, принадлежат немецким учёным-исследователям. К концу XVII века в Европе, где из-за малых запасов лесных ресурсов проблема добычи древесины возникла значительно раньше, чем в России, публикуются статьи о необходимости целенаправленного выращивания леса для хозяйственных нужд государства. Западные учёные впервые стали рассматривать дерево не только как источник дохода, но и как хозяйственную культуру с длительным сроком созревания. Назревал вопрос о создании необходимой для выращивания древесных культур среды обитания. В 1904 году Ф. И. Зибольд публикует статью «О постановке опытного дела в Феодосийском горнокультурном лесничестве» [Зибольд, 1904], в которой упоминает нескольких европейских авторов XVII века, исследующих не только пахотный и подпахотный горизонты, но и весь слой почвы и грунта как среду обитания древесной растительности во всю глубину её корней. Это было одно из первых исследований почвенных горизонтов как основы благоприятных почвенных условий при выращивании деревьев.

Итак, первый период в выделенной нами периодизации соотносится с бесхозяйственным, потребительским отношением к лесным пространствам на территории Российского государства и Крымского полуострова. Это длительный промежуток времени, отличающийся относительной незначительностью негативных факторов влияния. Население было немногочисленным и имело широкое распределение по территории. С появлением крупных городов, развитием флота, торговли, промышленности и сельского хозяйства потребность в древесине, а значит, и её рубка резко возросли. Из-за неконтролируемой государством вырубki начинают проявляться первые последствия деградации земель, таких как оползни, наводнения и изменения русел рек. Завершение этого периода характеризуется появлением первых исследовательских публикаций, обозначивших будущий интерес к разведению лесов.

Появление статей о ведении лесного хозяйства, появление и развитие научного подхода к сохранению и восстановлению лесов в истории Российского государства связывают с установлением власти Петра I. Действительно, в период его правления создается Российская империя, появляются первые образовательные учреждения, первый университет, формирующий новый подход к образованию и обучению, к грамотности населения, заложена первая лесная посадка для нужд военного флота [Тихонов, 2007]. Именно Пётр I издает в 1703 году указ о составлении полной описи лесов во всех городах у крупных и средних водных артерий, по которым возможен сплав судов. Этот указ был продиктован тем, что из-за прирусловой рубки сильно изменялась береговая линия и курсирующие по реке корабли могли сесть на мель или разбиться [Шелгунов, 1857].

**Второй период.** В 1723 г. Пётр I издает «Инструкцию обер-вальдмейстеру» или инструкцию по лесопользованию для лесничих, которую историки приравнивают к первому лесному кодексу в истории России. С появлением этого документа нами выделяется второй период изучения защитного лесоразведения в России. Инструкция Петра I становится первым постановлением, подытоживающим изданные ранее документы об управлении лесными массивами и хозяйствовании на этих территориях. Д. Рохленко в своей книге «Пётр и лес» так отмечает это событие: «Председатель Лесного общества В. Т. Собичевский, выступая 2 марта 1896 года на торжественном заседании по случаю 25-летия общества, охарактеризовал Петра Великого как "первого русского древовода и лесовода" — так огромна была его роль в организации лесного дела в России» [Рохленко, 2003, с. 45]. Первые указы Петра I предписывали смертную казнь за рубку некоторых особо ценных видов деревьев, но даже за период его правления эта мера наказания сменилась системой штрафов, всё сильнее сходящих к минимальным.

Петру I усовершенствовать сложившуюся систему лесопользования не удалось. Однако введённые им дополнения в законодательство имели большое значение и обрели смысл спустя столетие, в первый год правления Николая I. Благодаря обобщению под его началом правил Петра I, с 1826 года в России начинают проявляться признаки современного лесного хозяйства,



каким оно знакомо нам сейчас: создаются лесничества, давшие начало организации ограничений сплошных рубок, а также вводится должность лесничего, появляются первые планы лесоустройства. В 1832 году на правительственном уровне утверждается статус первого в России «Общества для поощрения лесного хозяйства». Важность создания такого общества состояла в том, что оно стимулировало бережливое отношение к своему имуществу у частных лесовладельцев, распространяло в общественные массы знания о правильной лесоводческой культуре, поощряло научный подход к ведению лесного хозяйства.

Несколько позже появляются научные труды и о лесном деле. Так, в 1763 году М. В. Ломоносов пишет работу «О слоях земных», где упоминает о необходимости продолжения поиска торфа взамен усиления рубок леса на дрова. Кроме того, именно М. В. Ломоносову принадлежат: идея распила стволов вместо их рубок для более экономного расходования древесины, заметки о важности гумусового горизонта, о воздушном питании растений, о почве и взаимосвязи породы дерева с процессами почвообразования [Ломоносов, 1763]. Во многом его предположения опережали развитие науки того времени, но так и не нашли отклика у современников.

В 1724 году И. Т. Посошков публикует рукопись «О скудности и богатстве». В рукописи предлагается совершенно новый уклад жизни в России, в том числе были внесены предложения по сохранению лесных массивов и предложены рекомендации к более грамотному использованию древесных ресурсов. Именно И. Т. Посошков стал первым, кто задействовал масштабные фенологические описания лесной растительности вокруг городов и уездов. Его целью было собрать данные о ценных породах древесины на всей территории Российской империи. Несмотря на то что проект не удалось реализовать полностью, тем не менее сама идея имела большое значение для науки и в дальнейшем стала основой для создания методики фенологических описаний древесной растительности [Мелехов, 1957].

В этот же период над развитием лесного хозяйства в России трудился специально приглашённый исследователь-лесовод того времени Ф. Г. Фокель. Благодаря его практическим наблюдениям, уже после его смерти в 1766 году, выходит книга «Собрание лесной науки», известная современникам как «Описание естественного состояния растущих в северных российских странах лесов с различными примечаниями и наставлениями как оные разводить». В книге собраны описания многих сортов древесины, её свойств, а также рассуждения автора на тему особенностей её выращивания [Редько, 1990]. По материалам этого издания ещё длительное время занимались подготовкой лесоводческих кадров.

С учреждением в 1765 году журнала «Труды Вольного экономического общества» при поддержке Императорского вольного экономического общества к поощрению в России земледелия и домостроительства и Санкт-Петербургской академии наук печатных изданий становится больше. К становлению научного подхода в лесном хозяйствовании А. И. Писаренко относит таких авторов, как М. В. Ломоносов, А. Т. Болотов, Ф. Г. Фокель, С. П. Крашенинников, А. А. Нартов, В. Н. Татищев, П. И. Рычков [Писаренко, Страхов, 2004].

А. А. Нартов участвовал в основании вышеупомянутого общества, был его соучредителем, в разные годы был его секретарём, а потом и президентом. За свою научную карьеру он успел опубликовать шесть фундаментальных работ по различным вопросам лесного хозяйства: «О здешних деревьях и кустах, которые годны в садах к аллеям и шпалерникам», «О красильных деревьях, кустарниках и травах», «О газе, добываемом при жжении дров», «Об удобрении земли жжёной известью», «О климате» и «О посеве леса». Именно благодаря последней работе, написанной им в 1765 году в возрасте 28 лет, он и получил наибольшую известность.

А. Т. Болотов за свою жизнь написал 350 томов рукописей по ведению сельского хозяйства, садоводства, философии, истории. Кроме того, он основал журналы «Сельский житель» и «Экономический магазин», первым стал говорить о линейных лесопосадках защитного назначения,

а также создал трактат «О рублении, поправлении и заведении лесов», опубликовав его в «Трудах Вольного экономического общества» в 1766 году [Болотов Андрей Тимофеевич, 1970]. Ценность этого трактата для истории изучения защитного лесоразведения, а также лесовосстановления заключается в том, что именно в нём он на практическом опыте показывает, как именно необходимо производить рубки деревьев, чтобы сохранять лес в здоровом состоянии. Кроме того, трактат даёт пояснение о методе посадки леса комбинированным способом, что было новаторским подходом в то время. А. С. Тихонов в своей публикации «История лесного дела» для описания творческой работы А. Т. Болотова выделяет целую главу под названием «А. Т. Болотов — основоположник отечественного лесоводства» [Тихонов, 2007].

Практически одновременно с трактатом Болотова, в 1767 году, публикуется труд первого члена-корреспондента Академии наук П. И. Рычкова «О сбережении и размножении лесов». В этой статье он поднимает тему истребления лесов вокруг крупных населенных пунктов [Историческое краеведение..., 2017]. Именно по инициативе П. И. Рычкова были посеяны первые листовенничные рощи в окрестностях Петербурга, а также проводились опыты по посеву леса в степи.

Основоположники научных взглядов на разведение лесов заложили фундамент в истории лесного хозяйства России. Этих познаний всё ещё не хватало для понимания, как организовать согласованное управление лесом, но уже начинает формироваться точка зрения, что лес — не только источник древесины и дичи. На уровне научных исследований всё более проявляются тенденции к восприятию леса как сельскохозяйственной культуры.

С 1783 года, во времена правления Екатерины II, частью истории защитного лесоразведения в России становится и Крымский полуостров. В этот год потерявшее силы Крымское ханство передаёт полуостров Российской империи и тот становится Таврической областью вместе со значительными территориями Тамани и Северного Причерноморья. Екатерина II доверяет управление новообразованной областью князю Г. А. Потемкину, имевшему далеко идущие планы на эти земли. Именно под его руководством закладываются новые города и форты, строится Черноморский флот, создаются первые физико-географические описания Крымского полуострова и прилегающих к нему территорий, публикуются первые карты, планы и чертежи селений, крепостей, мостов и дорог. Уже в декабре 1784 г. Карл Габлиц, получивший поручение создать описание приобретённого края, оканчивает свой труд, дав ему название «Физическое описание Таврической области по её местоположению и по всем трём царствам природы» [Болотина, 2014].

Под покровительством князя Потёмкина-Таврического были заложены новые виноградники, созданы парки и сады. Для развития местной промышленности посажены несколько тысяч тутовых деревьев. В Крым на льготных условиях приглашаются иностранные специалисты по виноградарскому делу, лесоводству, садоводству и шелководству, такие как учёные-садоводы У. Гульд, Яков де Парма, И. Бан. Для ведения земледелия в соответствии с английскими традициями агрокультуры в Таврическую область были направлены М. Е. Ливанов и В. П. Прокопович — молодые специалисты, получившие специальное агрономическое образование у А. А. Самборского.

Этот на первый взгляд малозначительный факт иллюстрирует два важных обстоятельства в истории лесного хозяйства России. Во время правления Екатерины II будущих специалистов, среди которых были и дети действующих форштмейстеров, было принято отправлять учиться за границу. Тому было несколько причин. Во-первых, приглашённые иностранные специалисты не знали языка и тратили десятилетие только на его изучение, что значительно тормозило лесоводческую деятельность. Во-вторых, Первый лесной институт был создан лишь в 1813 году и находился он в Санкт-Петербурге, поэтому значительная часть лесничих либо обучалась в училищах, либо вообще не имела специального образования. На конец XVIII в. Н. Шелгунов отмечает уровень подготовки лесных кадров в Российской империи как низкий и недостаточный [Шелгунов, 1857].

С XVIII века в Крыму начинает функционировать «особая Контора земледелия и домоводства Таврической области, призванная заботиться о развитии хлебопашества, садоводства и виноделия» [Болотина, 2014]. Ордером от 16 октября 1784 г. Потёмкин запрещает дальнейшую рубку деревьев и пытается обеспечить сохранность лесов от вырубок за счет назначения специальных смотрителей. Как видно, князь Потёмкин полностью следовал заданному императрицей курсу, однако Н. Болотина отмечает, что и в Таврической области было сложно найти компетентных исполнителей, так как смотрители леса зачастую сами нарушали установленные правила лесопользования.

В 1786 г. по указу Екатерины II было предпринято описание казённых лесов «для лучшего хозяйственного использования их» [Болотина, 2014]. В этом же году выходит малотиражное издание первой части объёмной работы П. С. Палласа «Описание растений Российского государства». В этой работе, как пишет А. И. Писаренко, упоминается о пользе сеяния и разведения деревьев, а также представлены внешние признаки многих типов лесных пород, характерных для Российского государства, отмечены экология и биология этих пород с подробными и качественными иллюстрациями этих видов [Писаренко, Страхов, 2004]. В 1787 году Екатериной II издаётся указ о необходимости лесных посадок в Екатеринославской и Таврической областях. Этими двумя указами Екатерина II продолжает закладывать основу будущего «лесного устава». Об этих документах А. И. Писаренко пишет: «"Устав о лесах" был введён в силу частично двумя указами Екатерины II 28 марта 1786 г., данными губернаторам губерний северной и средней полосы Европейской России. Указы предписывали провести описание, обмежевание и разделение на части казённых лесов согласно сделанным императрицей предначертаниям. Самая интересная и ценная часть этих указов заключалась в том, что, независимо от видов собственности и управления лесами ("всем заводам и фабрикантам, всем селениям и деревням, ведомствам директоров домоводства"), предписывалось отделить одну пятую часть высокоствольных чёрных и красных лесов, окопать их рвами, назвать заказниками и беречь "на государственное знатное и важное кораблестроение"» [Писаренко, Страхов, 2004]. Основываясь именно на этих указаниях, князь Потёмкин-Таврический вынужден определить в Таврической области места для новых лесных насаждений. Были ли произведены такие посадки, а если были, то на каких территориях, на момент написания данной статьи автору обнаружить не удалось.

Спустя два десятилетия после присоединения Крыма к Российской империи в 1783 году его облик, структура растительных сообществ, уклад жизни, хозяйствования, торговли и даже характер питания населения полностью изменились. Так, были заложены новые города, построены обширные военные гарнизоны, создан Черноморский флот; для садов и парков использовались привозные редкие и декоративные растения; в полях высевались завезённые семена, саженцы деревьев, которые часто не были приспособлены к местным климатическим условиям. В то время большая часть интродуцированных посадок погибла без должного ухода и полива либо была уничтожена во время военных действий в Крымскую войну.

Павел I, следующим взявший в свои руки правление империей, в период недолгого царствования также внёс вклад в историю лесоведения. В 1797 году он учреждает экспедиционную комиссию с расчётом выявить фактические данные о видовом составе и количественном объёме всех подведомственных ему лесов. В этой экспедиции он сам принимает прямое участие. В мае 1798 г., непосредственно из экспедиции, не дожидаясь возвращения в Петербург, он издаёт указ о создании Лесного департамента на базе лесного ведомства Адмиралтейской коллегии. Созданный департамент был задуман Павлом I как новая система, обеспечивающая централизованное управление лесами и сохранность лесных насаждений, определяющая бережливое и продуманное отношение к пользованию лесными ресурсами. Одной из первых работ этого департамента можно считать проект «Лесного устава» 1802 года. Устав давал Лесному департаменту права наравне с государственными коллегиями, предусматривал избрание главного директора лично императором, а также утверждал необходимость обеспечивать постоянное пользование лесом. Эта ключевая мысль, рождённая на основе многовекового опыта эксплуатации лесов, актуальна и в наше время.

Этот период истории изучения лесного хозяйствования отмечен появлением первого лесного питомника в лесостепи. Основоположником идеи, по мнению А. Н. Полякова, считается Ф. Х. Майер — немецкий садовник и управляющий помещьем Н. Н. Шатилова в Тульской губернии [Поляков, 1999]. Именно Ф. Х. Майер становится первоиспытателем степного лесоразведения, разработав, как пишет Н. А. Лопачев: «...специальную агротехнологию посадки древесных растений в условиях лесостепи...» [Лопачев и др., 2017]. Как утверждает А. Н. Поляков, в период становления опытной станции в селе Моховом там неоднократно побывали В. В. Докучаев, В. Я. Добровлянский, А. В. Тюрин, М. Е. Ткаченко и Л. Н. Толстой.

Об этом периоде в Таврической губернии можно узнать также и из нескольких работ П. И. Кёппена и К. И. Габлица. Со спецификой тематики исследований П. И. Кёппена можно ознакомиться в публикации В. Г. Ена «Открыватели земли Крымской», в которой он упоминает этого автора так: «Среди научного наследия академика достойное место занимают более сорока публикаций о Крыме, составляющие треть его библиографического списка. Их тематика — ещё одно яркое свидетельство разносторонних научных интересов и универсальности знаний учёного» [Ена, 1969]. В этой же публикации упоминаются и другие работы П. И. Кёппена, такие как «Крымский сборник», «О древностях южного берега Крыма и гор Таврических». А. А. Непомнящий так охарактеризовал П. И. Кёппена: «В обширном историко-этнографическом крымоведческом наследии XIX века важной составной являются труды одного из основоположников научного изучения полуострова — Петра Ивановича Кёппена (1793-1864), который олицетворяет собой целую эпоху в изучении края» [Непомнящий, 2001]. Научно-исследовательские работы К. И. Габлица также немало привнесли в расширение познаний о характере крымской природы и лесов. Основной его работой следует полагать «Физическое описание Таврической области по её местоположению и по всем трём царствам природы» 1785 года издания, ставшей подспорьем для многих поколений исследователей. И. П. Ведь в книге «Климат и облесение нагорий» ссылается на этот труд как на серьёзную научную работу того времени [Ведь, 2007].

С 1826 года Российской империей управляет Николай I. В период его правления происходит множество исторических событий, но для данного исследования интересны поворотные даты именно в управлении лесным хозяйством и изучении защитного лесонасаждения. Несмотря на многочисленные меры по охране лесов со стороны органов государственной власти Российской империи, массивы лесов продолжали уничтожаться, а для выявления или пресечения нарушений сил и умений смотрителям лесов не хватало.

Различные правовые документы, вышедшие к тому времени, имели весьма слабое влияние на ситуацию, их исполнение плохо поддавалось контролю. Положение несколько меняется, когда в 1832 году под руководством М. М. Сперанского издаётся «Свод законов Российской империи» [Кодан, 2004], в который отдельным томом вошёл «Свод Устава лесного».

В том же 1832 году 28 декабря издаётся «Положение о постоянной лесной страже по ведомству министерства финансов». Это положение сыграло важную роль в развитии лесного хозяйствования. Согласно документу в лесную охрану следовало избирать хорошо зарекомендовавших себя местных казённых крестьян сроком на 20 лет. Начиная с 1832 года крестьянин вербовался со всем семейством, получал жалование и дом на лесном участке, дети его также считались служащими-лесничими, обучались делу и получали особое жалование.

Тематический свод законов в целом, по мнению С. В. Кодана, стал прорывом в системе изложения законов и в истории права Российского государства. По выражению М. В. Шимановского: «...только с изданием Свода народ узнал так или иначе, что такое закон, где его начало и где его конец» [Шимановский, 1889]. В «Своде Устава лесного», основой для которого стал Устав Петра I 1802 года, мало что поменялось. Однако, как отмечает Л. А. Гурьева: «Отсутствие коренной переработки в каждом новом издании Устава не является его недостатком. Напротив, длительное действие Устава, отсутствие серьёзных реорганизаций управления государственными лесами



в Российской империи вплоть до 1917 г. были основой устойчивого управления лесами и ведения лесного хозяйства, чего как раз и не хватало в последующие периоды, включая современный. Лес характеризуется длительным сроком выращивания, а поэтому требует устойчивого управления и ведения лесного хозяйства» [Гурьева, 2013]. В целом «Свод Устава лесного» дал сильный толчок к нормализации состояния лесного хозяйства России.

Этот год знаменателен ещё и тем, что в феврале 1832 года, как пишет О. А. Неволин: «...произошли два знаменательных события для лесоводов России». Во-первых, министр финансов Е. Ф. Канкрин, которому подчинялся тогда Лесной департамент, настоял на создании «Общества для поощрения лесного хозяйства». Указ об учреждении этого общества был подписан императором Николаем I. Во-вторых, уже через год общество начинает выпускать первое периодическое лесохозяйственное издание в России — «Лесной журнал», издающийся до сих пор с некоторым перерывом [Неволин, 2007].

В это же время все казённые леса были переданы в ведение Лесного департамента. В 1843 г. было организовано Великоанадольское образцовое степное лесничество, а наука о лесе получает новую плеяду авторов, таких как Г. Ф. Морозов, М. М. Орлов, В. Е. фон Графф, В. С. Семёнов, Н. С. Нестеров, В. Д. Огиевский, А. П. Тольский, Э. Э. Керн, Ф. К. Арнольд, Л. Г. Барк, Х. С. Полянский, Г. Н. Высоцкий, Н. Я. Дахнов и другие.

В. Е. фон Графф в некоторых источниках [Агапонов, 2011] упоминается как первопроходец степного лесоразведения на Украине. Учитывая тот факт, что крымские земли значительное время были частью сначала Таврической области (которой принадлежали две современные области Украины), а затем и самой Украины, то важно отметить значимость проводимых на этих землях лесомелиоративных мероприятий.

На протяжении 23 лет В. Е. фон Графф трудился на благо «Великого Андола»: вырастил 157 гектаров леса и создал лесной опытный питомник на территории в 55 гектаров. Основываясь на результатах его практических наработок, «...удалось охарактеризовать и оценить агрономическую роль полезащитных лесополос и насаждений» [Агапонов, 2011]. Именно эксперименты в питомнике «Великого Андола» склонили администрацию и учёных-исследователей Крымской губернии к облеснению крымских холмов и степей.

Соотечественник В. Е. фон Граффа, Ф. К. Арнольд, большую часть своей жизни посвятивший передаче знаний о лесном хозяйстве студентам, написал при этом множество томов, имеющих огромное значение в деле охраны и разведения лесов. А. Н. Поляков так пишет о результатах его трудов: «Он написал научные труды по лесной таксации, лесоводству и истории лесоводства, автор справочников, учебников и пособий, курсов лекций о сыпучих песках. Итогом его научной работы стал капитальный трёхтомник «Русский лес», обобщивший сведения о лесах и лесном хозяйстве России, переведённый на немецкий язык» [Поляков, 1994, с. 16].

К. Ф. Тюрмер в течение своей практической деятельности написал несколько статей и монографий о необходимости разумного ведения лесного хозяйства. Как пишет о нём М. Е. Ткаченко [Ткаченко, 1968], К. Ф. Тюрмер разработал новый для того времени метод разведения леса, который предполагал возможность выпаса скота на тех же землях в весенний период. Таким образом в Московской, Калужской и Владимирской губерниях ему удалось посадить 6 000 гектаров леса из сосны, ели и лиственницы, признанного «мировым шедевром искусственных лесов» [Писаренко, Страхов, 2004, с. 86].

Период научной деятельности этих исследователей-лесоводов В. Я. Колданов также описывает как период некоторого оживления в лесоразведении: «Некоторое оживление в лесоразведении наметилось только к 1875 г. в Саратовской, Тамбовской, Рязанской, Воронежской, Курской, Полтавской, Екатеринославской, Херсонской, Бессарабской, Киевской, Подольской, Харьковской и Пензенской губерниях, на территории которых с 1874 по 1880 г. произведены посадки леса на площади 10 760 десятин» [Колданов, 1967]. По данным, опубликованным в 2009 году А. Ф. Поляковым и Ю. В. Плугатарём в книге «Лесные формации Крыма и их экологическая



роль», с 1875 г. в горном Крыму проводились посадки лесных культур лесовосстановительного назначения. Как и в публикации В. Я. Колданова, авторы акцентируют внимание на малой эффективности проведённых лесопосадочных работ, не способных компенсировать последствия проводимых сплошных и бесконтрольных рубок [Поляков, Плугатарь, 2009].

Кроме лесоразведения в этот период активно развиваются и различные методики рубок леса, в совершенствовании которых значительную роль сыграли работы Н. В. Шелгунова, А. Е. Теплоухова. Их вклад хорошо описан в публикации И. Н. Мелехова «Очерк развития науки о лесе в России», опубликованной в 1957 г. [Мелехов, 1957]. Он пишет, что Н. В. Шелгунов занимался лесоразведением на стыке подходов в отечественной и западной лесоводческой науке, являлся пропагандистом развития отечественных методик разведения лесов, был редактором «Газеты лесоводства и охоты», заменившей на пять лет «Лесной журнал», выпуск которого в 1851 г. был приостановлен, издал в 1986 г. свою книгу «Лесоводство». Также им была представлена оригинальная методика постепенной (в течение пяти лет) рубки леса на участке с сохранением подроста.

Кратко описывается и работа А. Е. Теплоухова, издавшего в 1850 г. книгу «Устройство лесов в помещичьих имениях». И. Н. Мелехов в том же издании пишет об этой публикации так: «А. Е. Теплоухов оригинально делил леса России на первобытные, прорубленные и вторичные. Его определение вторичных лесов — это прототип (или, может быть, лучше сказать синоним) современных производных (В. Н. Сукачев) или временных (Г. Ф. Морозов) типов леса» [Мелехов, 1957, с. 61].

В 1876 году в Крыму издается положение о защите леса, в котором пространства, занятые лесами, навсегда удерживаются под этим типом земель, запрещается их обращение в другой вид угодий. Этот документ сыграл значительную роль в сохранении лесистости Крымских гор.

Для истории крымских лесных защитных насаждений одной из поворотных дат этого периода является 1877 год, когда на полуострове была посажена первая полезащитная полоса. Упоминание об этом событии встречается в статьях Л. А. Багровой и Л. Я. Гаркуши [Багрова, Гаркуша, 2009], в периодическом издании «Защитные насаждения» за 1960 год [Кольцов и др., 1960], а также некоторые отсылки к этому событию можно встретить в статьях Н. Н. Агапонова [Агапонов, 2011; Агапонов, Астапов, Неонета, 2006].

К середине XIX века изучение лесного хозяйства входит в свою кульминационную стадию: появляются новые имена, а также тексты видных учёных из других областей наук, в которых отмечаются взаимосвязи леса и промышленного производства, агро-мелиоративных работ, почвообразования и химических удобрений. Так, на стыке наук работают такие исследователи, как Д. И. Менделеев и В. В. Докучаев.

Во время своих экспедиций по Уралу в поисках угля и торфа Д. И. Менделеев отмечает и состояние древостоя. Вот как М. М. Орлов, согласно публикации И. С. Мелехова, комментирует его замечания: «В своем отчёте по Уралу он подчёркивал необходимость самых определённых расчётов в пользовании лесами, приводящую к организации рационального лесного хозяйства» [Мелехов, 1957, с. 51]. Сам же Д. И. Менделеев, согласно той же странице издания, писал о лесе Урала как о «горючем фундаменте под железным делом Урала» и посвятил лесу главу своего отчёта об описании Уральских гор, в котором выделял необходимость сохранного типа ведения лесного хозяйства.

В. В. Докучаев о лесе писал значительно больше, но рассматривал его с точки зрения фактора, регулирующего гидрологический режим территорий, и как один из элементов комплекса процессов почвообразования. Вклад В. В. Докучаева в историю лесоведения сложно переоценить. Изучив традиционные принципы почвоведения того времени, основанные на понимании почвы как элемента неживой природы, В. В. Докучаев доказывает, что почвенный горизонт является самостоятельным естественно-историческим телом, тесно связанным со всеми объектами как неживой, так и живой природы, в том числе и с лесной растительностью. В период 1892–1896 гг. по согласованию с Лесным департаментом В. В. Докучаев организует «Особую экспедицию

по испытанию и учёту различных способов и приёмов лесного и водного хозяйства в степях России» и получает множество экспериментальных материалов. Вместе с ним в испытательных работах участвовали Н. М. Сибирцев, П. А. Земятченский, Г. Н. Высоцкий, Г. И. Танфильев, К. Д. Глинка, П. В. Отоцкий, Г. Н. Адамов, К. А. Тимирязев, П. А. Костычев и др. Как отметил советский историк В. А. Ковда, именно результаты экспериментальных работ В. В. Докучаева легли в основу «Великого плана преобразования природы» — общегосударственного плана по сохранению и восстановлению плодородия сельхозугодий в степных регионах за счёт проведения особых агролесомелиоративных мероприятий [Ковда, 1952]. Г. Ф. Морозов в своей работе «Значение работ В. В. Докучаева для лесоводства» в 1903 году пишет: «...он явился одним из основателей лесного опытного дела в России и немало потрудился над выработкой наиболее рациональных приёмов облесения степей» [цит. по: Мигунова, 2011]. После смерти В. Е. Граффа в 1865 году в Великоанадольском опытном лесничестве работы были приостановлены на неопределённый срок, однако именно В. В. Докучаеву на государственном уровне удалось обосновать целесообразность агролесомелиоративных работ в степных регионах.

Г. Ф. Морозов, ученик и последователь В. В. Докучаева, как пишет о нём В. Г. Нестеров: «...впервые в мире создал единое, цельное учение о лесе, основанное на теории Дарвина о наследственности и изменчивости, борьбе за существование и естественном отборе, а также на учении Докучаева о почве. Он оставил нам впервые созданное им учение о типах леса, основанное на учёте особенностей растительности в единстве со средой в лесу и давшее много новых решений запросов практики лесного хозяйства. Г. Ф. Морозов оставил нам также учение о смене древесных пород, показавшее лес в развитии, в зависимости не только от свойств древесных растений, но и от особенностей среды — почвы, атмосферы, животных» [Нестеров, Морозов, 1949, с. 2]. И. С. Мелехов писал: «Г. Ф. Морозов показал динамичность биологических процессов, совершающихся в лесу, и дал примеры классических смен пород» [Мелехов, 1989].

Г. Ф. Морозов много времени посвятил Крымской губернии. Благодаря его идейной поддержке был создан первый крымский заповедник под названием «Заказник императорских охот», несколько лет он был профессором Таврического университета и работал на помологической станции в Симферополе. Г. Ф. Морозов провел в Крыму последние годы своей жизни и был похоронен рядом с местом, где сегодня располагается Таврическая академия Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. «Учение о лесе» впервые было издано в 1912 году в Санкт-Петербурге, а затем переиздавалось ещё несколько раз, в том числе и в Таврической губернии.

Ещё один ученик В. В. Докучаева — Г. Н. Высоцкий, также некоторое время проживавший и работавший в Таврической губернии, стал, по выражению С. С. Пятницкого, «основоположником лесорастительного районирования» [Пятницкий, 1998, с. 10]. Такой вывод автор делает, основываясь на одной из первых работ Г. Н. Высоцкого в журнале «Почвоведение» «Почвенные зоны Европейской России в связи с солёностью грунтов и характером растительности». Кроме того, В. Г. Высоцкому принадлежат, как пишет в том же издании С. С. Пятницкий, такие теоретические обобщения, как: «...гипотеза трансгрессивной увлажняющей роли лесов, теория потускулярного питания грунтовых вод, теория режима влаги под лесом в степи и лесостепи, теория бонитировки условий местопроизрастания, теория лесного микроклимата, типология растительного покрова, теория устойчивых смешений древесных пород в культурах, гипотеза устойчивости лесонасаждений в степной обстановке ... обобщённая классификация дубрав европейской части страны, теория и практика лесотипологических исследований и т. д.». Они вошли золотым фондом как в нашу отечественную, так и в мировую практику лесного хозяйствования. И стали, наряду с работами Г. Ф. Морозова, «...основой докучаевского лесоводства, пришедшего на смену старому лесоводству, в основном заимствованному из западноевропейской науки XIX в.» [Пятницкий, 1998]. Последователи В. В. Докучаева, как и сам Докучаев, полагали, что лес нельзя национализировать, а деньги, вырученные от оборота, следует распределять между гражданами. В годы,

которые отнесены нами ко второму периоду изучения разведения лесов, это было вполне уместно и являлось логическим продолжением развития науки лесоведения. Однако открытое выражение этой мысли в советское время, в третий период истории лесоразведения, могло привести к откровенному высмеиванию оппонентами и даже к запрету на публикации или лишению свободы как пособника капитализма и врага социалистического государства. Этот факт будет раскрыт нами несколько позже.

Развитие капитализма в России в конце XIX столетия стимулировало развитие промышленности, рост общей производительности и, следовательно, потребность в древесине как основном источнике топлива и строительного материала. Историки отмечают [Бородин, Аграрные..., 1998; Мелехов, 1957; Писаренко, Страхов, 2004], что с этим обстоятельством можно связать и рост общей заинтересованности в специалистах по лесоразведению. Однако этот интерес, по единогласному мнению этих же авторов, не способствовал привлечению инвестиций в изучение методик сохранения лесов, а был скорее потребительским, нацеленным на получение одноментной прибыли при их освоении.

В Крыму в конце XIX века отмечается достаточно сложная социально-экономическую ситуация. М. Е. Бененсон описывает Крым как развитый скотоводческий регион, так как «...в связи с сухостью и небогатостью не только надземными, но и подпочвенными водами...» ведение сельского хозяйства в степных районах Крыма было нерентабельно, затратно и непредсказуемо. Состояние сельского хозяйства в середине XIX века в связи с дефицитом водных ресурсов описывается автором так: «Это же обстоятельство разделило сельскохозяйственную культуру на 2 резко различные части: степную — с абсолютным значением зернового хозяйства, без естественных покосов, отсутствие которых резко сказалось на направлении скотоводства; и южную, обратившуюся главным образом к использованию речных вод для культуры промышленного садоводства и горных склонов для виноградарства и табаководства. Восполняя недостаток хозяйственного дохода от этих культур дровяным промыслом, извозом, жжением угля, крестьянское население этих районов при всей красоте и богатстве природы большею частью стоит на весьма низкой ступени обеспеченности, так как интенсивные культуры требовательны не только к труду, но и к капиталу» [Бененсон, 1919].

Некоторые историки подмечают и неравное распределение земельных ресурсов до 1917 года: «Аграрный вопрос в Крыму до 1917 г. стоял весьма остро. Большая часть земель относилась к разряду нетрудового пользования и находилась в руках помещиков, государства и церкви. Социальная дифференциация среди крестьянства была весьма значительной. Основная масса крестьянских хозяйств относилась к разряду неимущих и малоимущих, арендовала землю на кабальных условиях. Социальные отношения в деревне осложнялись национальными» [Бородин, Аграрные..., 1998]. В этой же статье С. В. Бородин отмечает увеличение территорий, отнятых у лесных массивов для производственных нужд с учётом растущего спроса на крымские вина и табак. В отчётах Управления лесного хозяйства конца XIX — начала XX века отмечаются частые факты самовольного захвата крестьянами помещичьих лесных земель на собственные нужды.

В целом по России до 1917 года фиксируется расцвет лесоводческой культуры. Благодаря совершенствованию методов посадки и выращивания ценных и промышленных пород деревьев всё большее число саженцев выживали в сложных аридных условиях, всё больше землевладельцев добровольно сеяли дубовые и лиственничные рощи. Согласно материалам историка М. А. Цветкова, к 1900 году было высажено 1,3 млн гектаров (вместо 67 млн гектаров сведённого) леса, в основном в губерниях Южной России силами колонистов, для которых ввели лесную повинность вместо военной [Цветков, 1957]. О лесных посадках в Крымской области в дореволюционный период упоминает также и К. П. Белопухов в сборнике трудов о Крыме 1926 года: «Лесокультурные работы в Крыму (посадка, посеvy леса) велись в очень незначительных мерах, что объяснялось двумя причинами: первое — прекрасное естественное возобновление Крымских

лесов при правильных рубках и хорошо поставленная охрана молодняков и вообще лесов от пастьбы скота, а вторая — чрезмерная дороговизна культур в трудных горных условиях» [Белоухов, 1926]. В той же статье К. П. Белоухов описывает административное устройство охраны лесов Крымской области как удовлетворительное, отмечает достаточность лесников на подведомственных площадях (не более 500 десятин на лесника), а также эффективность принимаемых мер для предупреждения лесных пожаров и самовольных рубок.

Лесное хозяйство развивалось и наравне с сельским хозяйством было признано таким же необходимым компонентом поддержания плодородности почв, защиты от засух и суховеев, удержания снегов и препятствования деградации оврагов и балок. В области лесоведения во второй половине XIX века кроме ключевых фигур, описанных ранее, работали такие деятели, как А. Ф. Рудзкий, М. К. Турский, Д. М. Кравчинский, В. Я. Добровлянский, Д. Н. Кайгородов, В. Т. Собичевский, В. И. Гомилевский, Н. С. Шафранов, Л. И. Яшнов и др. И. Н. Мелехов так комментирует деятельность учёных-лесоводов этого периода: «Своими трудами эти учёные значительно продвинули в России лесную науку, развили лесное опытное дело, внесли в лесохозяйственную технику научный и трезвый практицизм, основанный на учёте реальных условий. Они боролись (хотя и без особого успеха) с разрушительными последствиями порождённого капитализмом массового лесоиспользования, особенно в центральной России» [Мелехов, 1957, с. 66]. Кроме этих учёных-лесоводов автор упоминает и ботаников, авторов публикаций на темы лесоразведения, таких как С. И. Коржинский, Г. И. Танфильев, А. Я. Гордягин, П. Н. Крылов, С. Я. Медведев и др.

При всех достижениях лесоводческого хозяйства количество специалистов в этой области всё ещё не соответствовало масштабам страны. В. Е. Борейко по этому поводу писал: «Лесничих в России было крайне недостаточно. В 1857 г. более чем на 100 млн. дес. гослесов работало всего 700 лесничих, т. е. на каждого приходилось 3750 дес., в Саксонии — 909 дес. К концу 60-х г. в Германии выпускалось 300 специалистов лесного дела, а в России — лишь несколько десятков» [Борейко, 1996]. Об этом факте писал также и А. С. Тихонов: «В 1857 г. в казенных лесах работали 700 лесничих, из них только 200 имели специальное образование. Бывший лесничий М. В. Зобов, впоследствии начальник отдела Лесного департамента, писал в 1858 г.: «У нас есть между лесничими бюрократы, продавцы леса, счётчики, приказчики, преследователи безбилетно провозимых лесных изделий, светские щеголи, военные косточки — одним словом, есть чиновники по лесной части, но еще мало лесничих» [цит. по: Бейлин, 1962].

Таким образом, можно заключить, что к концу XIX — началу XX века наука о ведении лесного хозяйства уже сформировалась в определённую структуру, фундаментальной основой которой является исторически накопленный практический опыт. Второй период истории лесоводства ознаменовался формированием классического подхода к ведению лесного хозяйства, основанного на географических, климатических и агрономических особенностях Российского государства. Здесь также следует отметить закладку основ опытного лесного дела и начала посева и посадок лесов в степных районах, появление понятия «защитное лесоразведение».

Формирование фундамента науки, однако, не могло способствовать полной защите земель под древесной растительностью на государственном уровне. Так, В. Я. Колданов отмечает, что «К концу XIX в. ежегодная вырубка и восстановление леса относились как 19:1». Другие авторы [Борейко, 1996; Ена, 1969; Исиков, Плугатарь, Коба, 2014; Кочкин, 1952; Плугатарь, 2008; Плугатарь, Корженевский, 2014] отмечают и значительное снижение лесистости горного Крыма в дореволюционное время. Так, Ю. В. Плугатарь даёт оценочный обзор лесистости Крымского полуострова в разные периоды: «Согласно данным К. П. Белоухова, до 1880 г. площадь лесов горного Крыма составляла 334,2 тыс. га (48 %), до 1913 г. — 318,2 тыс. га (45 %), в 1929 г. — лишь 274 тыс. га (39 %)» [Плугатарь, 2015, с. 7]. При этом нельзя однозначно утверждать, что данная проблема решена и в наше время.



**Третий период.** В 1914 году, при правлении Николая II, началась Первая мировая война. Историки по-разному интерпретируют события, предшествовавшие началу самых разрушительных военных действий в истории человечества, но для истории изучения лесного хозяйства это время некоторого затишья в научных исследованиях. Всего за год до окончания мирового противоборства Российская империя получает ещё один удар, вызванный в том числе и внутренними социально-экономическими противоречиями: в 1917 году начались масштабные восстания, изменившие ход российской истории. Последнее из них вошло в историю как Октябрьская социалистическая революция большевиков. С этого года на отвоёванной большевиками территории провозглашалась власть Советов. С этого события также начинается и третий период в истории лесоведения России, ознаменовавший собой смену системы взглядов на лес и принципы ведения лесного хозяйства.

Стоит отметить, что выделенные периоды по характеру политической и экономической ситуации в стране чётко разграничивают возрастание либо убывание интереса к посадке и посеву лесов на уровне государства, но не означают угасания интереса к этой теме самостоятельных исследователей. В частности, в 1921 г. издаётся книга А. П. Тольского «Обработка почвы в лесном хозяйстве». Взгляды автора, изложенные в данной монографии, скорее характерны для второго периода, то есть для периода классической русской школы лесоводства. Также с 1927 по 1928 г. выходит трёхтомное издание М. М. Орлова «Лесоустройство», собравшее в себе опыт нескольких поколений лесоводов о ведении неистощимого рыночного лесопользования. До 1932 г. М. М. Орлов пишет и публикует ещё значительное количество трудов, инструкций и методических указаний, всё ещё актуальных и в наше время, однако в период революционных действий его труды оставались не оценёнными. Из значимых работ по разведению лесов и лесомелиорации стоит отметить также работы Кочерги Ф. Г., Степанова Н. Н. [Кочерга, 1937; Степанов, 1949], работавших над облесением степей в аридных условиях.

Кроме бесконтрольной рубки лесов, отмечаемой авторами в конце XIX века, к началу третьего периода становится реальной угрозой утрата и самих лесов в связи с разрушительными военными действиями, рубкой под отстройку городов, а также рубками в связи с необходимостью получения одномоментной прямой прибыли от экспорта древесины и её поточных продуктов. «Бесплатный, да ещё не регулируемый лесными специалистами отпуск леса, самовольная охота, пастьба скота, сенокосение — всё это оказалось вдруг «правом и достоянием трудового народа» [Бобров, 1998, с. 13]. Начало третьего периода стоит выделить как один из этапов, в котором отмечается резкая смена направления развития.

На этом этапе имела место общая тенденция всех советских авторов отмечать грандиозность планов Советской России в отличие от Российской империи. Так, И. С. Мелехов пишет, что советская власть уделяла большое внимание развитию лесоводства в России [Мелехов, 1957]. Это утверждение он подкрепляет цитатами В. И. Ленина, такими как: «...имеющихся во всей России лесных специалистов далеко не достаточно для проведения в жизнь тех широких задач, кои намечаются...», «...что лесных специалистов нельзя заменить другими без ущерба для леса и тем самым для всего народа, лесное хозяйство требует специальных технических знаний...», «...что наследство несчастной войны оставило громадные площади оголённых мест, которые необходимо в интересах народа немедленно засадить и засеять лесом...», «...что все леса нужно привести в известность, описать и организовать в них хозяйство» [цит. по: Тихонов, 2007].

Советская власть в первые годы своего становления действительно свою политику в области лесоводства строила на принципах сохранения традиций в ведении лесного хозяйства. Однако в 1919 году В. И. Ленин принимает решение подписать декрет «Об обеспечении Москвы топливом», в котором разрешает сплошные рубки хвойных посадок вблизи Москвы и железнодорожных путей, невзирая на вид дерева и его возраст [Тихонов, 2007]. Последствия вырубок были очевидны уже следующей зимой, когда снежные заносы стали причиной транспортного коллапса.



Безусловно, отход от правил сложившегося лесоведения был вынужденным, однако Н. А. Моисеев отмечает, что: «...это не требовало отказа от основополагающих принципов организации лесопользования и лесного хозяйства в стране» [Моисеев, 2007, с. 6]. В этой же статье, в следующем абзаце, Н. А. Моисеев упоминает и о теоретических основах управления лесом, прошедших серьёзный пересмотр: «Между тем нашлись теоретики, которые это вынужденное обосновывали как должное. Именно они организовали травлю основателей ныне всемирно признанного учения о лесе проф. Г. Ф. Морозова и защитника должного порядка в лесу М. М. Орлова...». Потребность в топливе и строительном материале достаточно быстро становится приоритетной в вопросе лесопользования.

Для Крыма власть Советов начинается уже после продолжительной контрреволюционной борьбы и экстренной эвакуации армии П. Н. Врангеля с земель Крымской губернии, то есть лишь в 1920 году. В начале этого года Врангель принял полномочия правителя в Крыму и провозгласил «новый курс» аграрной политики, направленный против коммунистического движения, вполне поддерживаемого местным населением [Бородин, 2017]. Осенью этого же года П. Н. Врангель теряет свои позиции, так и не успев воплотить в жизнь свои начинания, однако сопротивление советским реформам на полуострове велось практически до 1929 года [Бородин, Государственная..., 1998]. Сопротивление состояло в том, что вводимые советской властью реформы читались «на свой лад» и выполнялись не дословно. Так, на момент 1927 года в Крыму всё ещё было значительное количество помещиков, сдающих крестьянскому населению свои земли в аренду. С. В. Бородин интерпретирует такую «самодеятельность» крымских властей не только как открытое неповиновение, но и как попытку избежать краха экономики полуострова. В другой статье историк С. В. Бородин пишет, что у малоимущего крымского населения не было ни скота, ни орудий для обработки земельных участков, принудительно раздаваемых советской властью. Землю советы раздавали, а вот средства к её обработке — нет. Это спровоцировало создание в дальнейшем колхозов и совхозов или так называемой принудительной коллективизации, вызвавшей новую волну возмущения и сопротивления [Бородин, 1999].

В 1923 году был принят Земельный кодекс РСФСР [Земельный кодекс РСФСР..., 1923]. Согласно кодексу на территории государства выделялись земли спецназначения, к которым прямое отношение имели леса, железные и автодороги, горные разработки, крепости и военные сооружения. В Крыму наибольшими по площади землями спецназначения были участки, занятые лесами, в горных и предгорных районах, именно они составляли государственный лесной фонд Крыма. Однако С. В. Бородин отмечает незначительный вес земель спецназначения относительно земель других типов. Нехватка земель для строительства поселений и ведения хозяйства способствовала активному изъятию земель лесного фонда для нужд населения даже при запрете Лесного департамента на такие действия. С. В. Бородин, ссылаясь на материалы обследования землеустройства НКЗ от 29 октября 1924 г., в одной из своих статей пишет так: «Во время обследования, проведённого НК РКИ в июле — октябре 1924 г., было установлено, что при землеустройстве в южных районах иногда неправомерно включались в земнаделы лесные участки, имевшие защитное значение, в результате чего дебет водных источников, расположенных поблизости, упал на 75 %. Это также коснулось парковых насаждений, из-за чего в некоторых парках ценные насаждения были истреблены на 50 %. Было также установлено, что в предгорных и горных районах при проведении межселенного упорядочивания землепользования нередко имеет место включение особо защитных лесов в селенные отводы» [Бородин, 2002].

С 1925 года в стране объявляется индустриализация или переход от преимущественно аграрной страны в индустриально развитую державу. С началом повсеместной индустриализации рыночные отношения были прекращены, что привело к разделению лесного хозяйства и лесной промышленности, еще большему снижению значения квалификации лесничего, а также популяризации отрицания необходимости научного подхода к ведению лесного хозяйства.

В 1927 году в Крымской АССР, в первом «Сборнике главнейших законоположений и административных распоряжений по Лесному управлению Наркомзема Крыма», публикуется первый «Лесной кодекс» [Лесной кодекс..., 1927]. Кодекс собран из уже изданных законодательных актов и распоряжений и лишь закреплял и объединял их. Таким образом, в 1927 году все «леса и земли, предназначенные для выращивания древесины» в Крыму определялись как собственность рабоче-крестьянского государства и делились на леса «для удовлетворения нужд местного населения» и леса «государственного значения». В состав лесов, предназначенных для удовлетворения нужд населения, входили леса, расположенные вблизи селений и не имеющие защитного значения. Учитывая, что на этих площадях Кодексом разрешалась сплошная рубка, а чёткого контроля за соблюдением границ лесов защитного значения не было, то создавались предпосылки для межцелевого конфликта. Наличие поселения рядом с лесным участком фактически означало полную вырубку участка на древесину и освобождение земель для хозяйственных нужд.

В последующие годы экономика страны и Крыма получает серьёзный удар в виде засухи и землетрясений в 1927 г., голода и мора в 1928 г., что не могло не повлиять на административное регулирование норм на потребляемые ресурсы и улучшение методов их добычи и эксплуатации. Уже в 1931 году в Москве на государственном уровне организовывается Всесоюзная конференция по борьбе с засухой. Результатом конференции было заключение, что для выполнения программы Главного управления лесного хозяйства Наркомзема СССР по облесению в короткие сроки требуется организация посадок леса государственными организациями. Так, формируются областные тресты — агролесхозы, основываются машинно-тракторные станции для механизации посадок, появляется финансирование научно-исследовательских экспедиций в засушливые степные регионы и на Крымский полуостров. Это решение повлияло на подъём заинтересованности в агролесомелиорации и знаменовало собой начало следующего этапа третьего периода. Наиболее актуальными работами этого этапа стоит полагать труды В. Р. Вильямса, Г. Н. Высоцкого, В. Н. Сукачёва, В. В. Докучаева, Г. Ф. Морозова.

Отдельно стоит выделить деятельность В. Н. Сукачёва, теоретический и практический труд которого стал основой для формирования новой науки — биогеоценологии, совмещающей в себе идейные подходы к изучению природной среды В. В. Докучаева и Г. Ф. Морозова. За время своей научной деятельности В. Н. Сукачёв занимался изучением истории, селекции, экологии леса, географии, а также разработал теорию типологии лесов. Именно он стал одним из крупнейших деятелей отечественной школы дендрологов. В. Н. Сукачёв — автор нескольких инструкций по исследованию лесов, в частности «Программы для исследования лесных формаций» и «Краткого руководства по изучению типов леса». Позднее, с 1949 года, под его руководством проводились научно-исследовательские экспедиции по защитному лесоразведению в степных и полупустынных районах Воронежской и Волгоградской областей, а также в Казахстане и Калмыкии. О научных достижениях В. Н. Сукачёва написано множество работ, в том числе и А. Г. Вороновым, С. В. Зонном, В. Б. Сочавой [Академику В. Н. Сукачеву..., 1956; Воронов, 1967; Зонн, 1987].

Кроме того, стоит обратить внимание и на научную деятельность Т. Д. Лысенко, вклад в науку которого до сих пор является источником споров и разногласий. Во всяком случае, значительная часть его нововведений в области агролесомелиорации не имела ожидаемого результата. Например, посадки дубов гнездовым методом, который был предложен Т. Д. Лысенко, погибли и были списаны в полном объёме. Подтверждения этому можно найти в ежегодных отчётах Управления лесного хозяйства, а также в публикациях В. Г. Титовой, Н. К. Шутова и др. [Титова, 1985; Шутов, 2012].

Нельзя не отметить и таких авторов этого периода, как В. А. Бодров, П. Г. Кабанов, Б. В. Карузин, Л. А. Голубева. Эти и многие другие авторы стали первопроходцами в деле массовой посадки лесополос в ардных областях Советского Союза.

Первым лесостепным питомником в Крыму стоит полагать Сейтлеровский питомник, заложенный в 1922 г. на 10 десятинах. По данным К. П. Белопухова, этот питомник был создан специально для выращивания засухоустойчивых пород деревьев и для устройства защитных полос-изгородей [Белопухов, 1926].

Первые серьёзные научно-исследовательские публикации о Крыме на волне новой заинтересованности в агролесомелиорации связаны с именем Н. Н. Клепинина, опубликовавшего целый ряд работ, относящихся к теме агролесомелиорации [Клепинин, Геологический..., 1929; Клепинин, Крым..., 1929; Клепинин, 1926; Клепинин, 1927].

Первой публикацией крымских авторов стала совместная работа А. Г. Треумова-Дрейзина и А. М. Давыдова, опубликованная в 1937 году [Треумов-Дрейзин, Давыдов, 1937]. Позже, в 1939 г., выходит более подробная инструкция А. Г. Треумова-Дрейзина по подбору древесных пород для лесных посадок в степном Крыму [Треумов-Дрейзин, 1939]. В «Пояснительной записке к материалам по проверке состояния защитного лесоразведения в колхозах Крымской области», подписанной заместителем начальника Управления лесного хозяйства Рудневым, значится: «Освоение агролесомелиоративного фонда производилось с 1932 по 1941 год, когда было посажено 7934 га, из коей площади сохранились в настоящее время лесных полос на площади 2307 гектара...» [Пояснительная записка..., 1955, Л. 2]. Таким образом, можно сделать вывод, что централизованная посадка лесополос в Крыму началась уже при советской власти, в 1932 г. По данным К. Н. Кулика, в период до 1941 года в СССР было создано свыше 900 тыс. га защитных лесных насаждений [Кулик, Павловский, Свинцов, 2008]. В большей степени посадка и посев леса производились по балкам и оврагам, а также в местах, где была необходимость закрепления песков. Однако эти объёмы всё ещё не удовлетворяли потребность в защитных лесонасаждениях, а высокая стоимость посадочных работ и качество ухода не обеспечивало достаточный уровень приживаемости саженцев и посевов.

В период военных действий 1941–1945 гг. лесостроительные работы не проводились. В результате военных операций было уничтожено множество естественных лесов и искусственных лесных посадок, утрачена лесостроительная документация. Человеческие потери спровоцировали дефицит рабочей силы и снижение квалификации рабочих леса. Для России в целом период после Второй мировой войны был достаточно сложным. Лесхозы подключались к продовольственной программе и занимались выращиванием скота и корнеплодов в ущерб ведению лесного хозяйства, в аридных условиях экстренно создавались водохранилища для полива культур. Часто такие водоёмы становились причиной экологической катастрофы местного значения. Потребность в древесине продолжает возрастать, как и дефицит квалифицированных лесных рабочих, в лесоустройстве проявляется бюрократический подход, который А. С. Тихонов описывает так: «Консерватизм лесоустройства проявлялся и в том, что при разработке оргхозпланов лесхозов руководствовались не последними достижениями науки, а действующими нормативными документами, основанными на результатах научно-опытного дела десятилетней давности. Например, правила главных рубок леса рождались в кабинетах чиновников как уступка лесозаготовителям, как компромисс между лесоводственными (экологическими) требованиями и желаниями потребителей лесной продукции» [Тихонов, 2007].

По окончании военных действий коммерческая заинтересованность в лесе рождает целый ряд нововведений касательно учёта объёма древесных материалов, их качества и товарной ценности. Отмечается активизация всех научных и человеческих ресурсов для укрепления лесохозяйственных возможностей. Историк А. И. Писаренко [Писаренко, Страхов, 2004] отмечает зарождение русской школы энтомологии и лесопатологии, ссылаясь на фамилии её основателей, таких как Н. А. Холодковский, И. Я. Шевырев, М. Н. Римский-Корсаков, А. В. Яцентковский, З. С. Головянко, П. А. Положенцев, П. Н. Тальман, Н. Н. Плавильщиков, А. И. Воронцов, А. А. Ячевский, С. И. Ванин, и продолжателей их дела — И. Г. Бейлина, П. Г. Трошанина и др.

В этом же издании А. И. Писаренко упоминает об экспериментаторах в лесном деле, заложивших принципы лесной гидрологии, селекции, интродукции и акклиматизации древесных пород, — Н. С. Нестерове, В. Д. Огиевском, Н. П. Кобранове. Кроме того, автор отмечает учёных, получивших значимые научные результаты в области семенного и вегетативного восстановления лесов, таких как А. Л. Новиков, Ф. Н. Харитонович и О. Г. Каппер. Отмечается появление первых работ по экспериментам в области создания системы противопожарных мероприятий в лесу, связанных с такими исследователями, как П. П. Серебренников, В. В. Матренинский, В. Г. Нестеров, Н. П. Курбатский, И. С. Мелехов и др.

С 1945 года вводится практика аэрофотометрического метода оценки лесных территорий, что с последующим использованием спектральной цветной фотоплёнки дало возможность определять породу древостоя. Это, в свою очередь, сильно сказалось на производительности лесоустроительных работ, определении фактических объёмов лесов и подсчёте будущих лесосек. Из крупных работ, созданных на основе этих данных, необходимо отметить публикацию «Леса СССР», благодаря которой, по мнению А. С. Тихонова, и была воссоздана полная карта лесов страны. На основе этой публикации значительно позже был собран «Атлас лесов СССР», имеющий существенный для того времени научный и практический потенциал [Тихонов, 2007].

20 октября 1948 года Советом Министров СССР [О плане полезащитных..., 1948] был утверждён сталинский план, вошедший в историю как Великий план преобразования природы. Это постановление затронуло и Крымский полуостров, запустив ряд масштабных проектов по строительству Северо-Крымского канала, сети оросительных и дренажных систем, закладке новых лесополос, посадке обширных садов, формированию лесозащитных станций, лесопитомников, созданию машинно-тракторных станций. С этого года наблюдается резкий всплеск научного интереса к агролесомелиорации. Множество публикаций того периода фиксируют активную посадку древесных культур фруктовых и цитрусовых пород в степном и предгорном Крыму. Также в это время в Южном и Юго-Восточном Крыму успешно, хоть и в небольших объёмах, выращиваются инжир, гранат, хурма и лимон.

Средства массовой информации начинают активно пропагандировать важность участия населения в работах по лесовосстановлению и лесоразведению, из чего можно сделать вывод о крайней заинтересованности местной власти того времени в помощи населения в вопросах охраны посаженных зелёных насаждений.

Для Крыма этот этап третьего периода также отмечается активизацией научной деятельности в области агролесомелиорации. Среди прочих можно отметить работу С. Е. Кузнецова [Кузнецов, 1948], в которой обобщены материалы по ведению лесного хозяйства в реалиях Крымского полуострова, в частности в сухих степях, за предыдущие годы. В относительно небольшой брошюре, всего на 52 страницах печатного текста, обобщены основные материалы по планам на строительство лесополос в Крыму, рассмотрены положительные эффекты от уже созданных лесополос в различных его районах, затронуты проблемы лесоразведения в период оккупации Крыма немецкими войсками, опубликованы карты агролесомелиоративных зон для всего Крымского полуострова с подробным описанием каждой из них. Также интересны работы по Крыму Г. В. Воинова, Н. А. Троицкого, Я. Д. Козина, С. С. Голубинского, Е. И. Харченко, Ф. С. Черникова и др.

Благодаря государственной поддержке сеть питомников и опытных станций начинает активно развиваться, увеличиваются объёмы посадки и посева деревьев быстрорастущих пород, даже несмотря на послевоенный дефицит рабочей силы. В 1951 году в системе Всесоюзного НИИ лесного хозяйства и механизации (ВНИИЛМ) образована Крымская горно-лесная научно-исследовательская станция (ГЛНИС). Основными её задачами были: улучшение механизации лесомелиоративных работ, расширение лесомелиоративных посадок, а также проведение исследований по оптимизации содержания и ухода за такими посадками. Эта станция продолжает работу



и в наши дни. В течение нескольких десятилетий сеть таких станций опоясала все агролесомелиоративные районы Крымского полуострова и продолжала развиваться. К 1954 году в Крымском управлении лесного хозяйства числилось уже 58 лесных питомников.

В течение нескольких месяцев после смерти И. В. Сталина в 1953 г. проект «Великое преобразование природы» был закрыт, но посадка лесополос производилась ещё длительное время, хотя при этом отмечалось ухудшение качества посадочных работ. Вот как комментирует заместитель начальника Управления лесного хозяйства А. Руднев состояние лесополос в 1955 году: «Основной причиной средней приживаемости мы считаем механическую посадку лесных полос далеко не усовершенствованной лесопосадочной машиной ЛСЧ-1... Второй причиной низкой приживаемости является отсутствие регулярного ухода в первые два года роста лесной полосы. Со стороны работников районного руководства должного внимания работам [по] защитному лесоразведению не уделяется и лесомелиоративные звенья либо распущены, либо работают на других работах (кукуруза, огород, сад, виноград)» [Пояснительная записка..., 1955, Л. 2].

1954 год — начало спада интереса к защитному лесоразведению не только в Крыму, но и в целом по стране. Была принята новая глобальная программа освоения целинных земель. Она означала масштабные посевы зерновых культур, что в сочетании с целым рядом других причин, таких как сворачивание работ в лесных хозяйствах, тотальная, бесконтрольная рубка, необдуманные преобразования водных магистралей, увеличение числа единиц машинной техники, привело к ощутимым экологическим последствиям. Одним из таких последствий можно назвать масштабную эрозию почв на бывшей целине, её опустынивание, а также начало осушения Аральского моря в связи с чрезмерным потреблением водных ресурсов и изменением русел нескольких впадающих в него рек. При этом на территориях, где удалось вырастить в достаточной мере систему лесополос, опустынивания, суховеи и чёрные бури не отмечались или были незначительны.

После 1950 года уровень научных публикаций по вопросам защитного лесоразведения остаётся достаточно высоким. Учёные продолжают совершенствовать техническое оснащение и методику посадочных работ, методы таксации и учёта лесов, проводят эксперименты, раскрывающие природу взаимосвязей древесной растительности и среды её обитания. В числе значимых публикаций этого периода необходимо выделить работы В. Г. Мишнева, З. Н. Полежаевой, П. В. Васильева, С. А. Богословского, Н. А. Анучина, П. В. Воропанова, В. В. Загребина, А. В. Вагина, Н. Н. Полякова, Е. С. Мурахтанова, Ф. В. Кищенко, В. И. Сухих, А. С. Исаева. В это же время над разработкой методик картографии лесных пространств трудился М. А. Цветков, часть работ которого была посвящена лесоведению и его истории: «Лесные карты и методика их составления», вышедшая в 1950 г., «Изменение лесистости Европейской России с конца XVII столетия по 1914 год» [Цветков, 1957].

После 70-х годов XX века научный интерес к вопросам защитного лесоразведения снова возрастает. Увеличиваются объёмы лесных овражно-балочных посадок в районах с опасной оползневой обстановкой. Состояние отрасли в Крыму изучали такие авторы, как И. П. Ведь, В. Г. Ена, В. С. Щичко, В. А. Бодрова, М. А. Кочкина, И. Д. Браудс и др. Значительная часть исследовательских работ этого периода посвящена различным методам лесомелиорации, террасированию склонов, посадке и уходу за лесополосами на эродированных и бедных землях, а также вопросам облесения плато крымских яйл. Стоит отметить, что большая часть защитных лесных насаждений на этом этапе относилась к овражно-балочным посевам и посадкам в ущерб посадкам лесополос. Объяснялось это тем, что за посадку лесных полос несли ответственность непосредственно колхозы и совхозы, у которых зачастую не было ни финансового, ни кадрового ресурса для выполнения таких работ. Напротив, работы по различного рода укрепительным лесным насаждениям имели государственное финансирование и проводились специалистами. К 1991 году, году распада Советского Союза, в связи с нестабильной ситуацией в стране финансирование лесных защитных насаждений, научных изысканий по этому вопросу вновь было снижено.



Итак, по завершении описания третьего периода со всеми его этапами, различающимися степенью заинтересованности в лесной мелиорации, следует отметить, что Октябрьская революция, власть Советов, две мировые и одна гражданская война внесли значительные коррективы в историю ведения лесного хозяйства. Непродуманная политика, имевшая место в 30-е годы прошлого столетия, привела к смене взглядов на лесные пространства, гонениям на учёных-лесоводов старой школы, а также к отказу от «буржуазных» взглядов на природные ресурсы в пользу социалистической модели преобразования природы. С течением времени, уже к 50-м годам, стало понятно, что без накопленных в дореволюционный период теоретических и практических знаний о лесе невозможно дальнейшее развитие лесной промышленности и лесоводства. С этого момента появляются отсылки к работам дореволюционного периода, начинаются активные посадки лесных полос во всех регионах с аридным типом климата, корректируются планы по проведению лесовосстановительных работ. Отмечается также и острая нехватка теоретических данных об основах лесоустройства, но в силу тяжёлого экономического состояния страны режим лесопользования ещё длительное время оставался прежним. Сложность поставленной задачи состояла в том, чтобы в максимально короткие сроки создать единую систему зелёного барьера от неблагоприятного воздействия засух, суховеев и чёрных бурь. На значительных территориях этот план был успешно выполнен. Только после 70-х годов введённые меры по регулированию ведения лесного хозяйства начинают постепенно менять ситуацию, что в целом по стране снижает уровень неучтённых рубок, в том числе и в лесах первой группы. В период перестройки и распада Советского Союза, то есть с 1988 по 1991 г., наблюдается общее снижение лесопотребления и заготовки древесины в связи с упадком экономики и деструктуризацией предприятий по её переработке и сбыту. В эти годы снижается также интерес к изучению лесных насаждений, что проявляется и в сокращении объёмов научных публикаций, хотя это скорее можно объяснить снижением уровня финансового благополучия учёных-исследователей.

**Четвертый период** в нашей периодизации связан с частью истории России, когда произошёл распад Советского Союза на отдельные государства. Для истории лесного хозяйства в России этот период знаменуется появлением Российской Федерации, ликвидацией в 1992 г. Госкомлеса СССР, Департамента лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, Министерства промышленности и образованием Федеральной службы лесного хозяйства России. В 1997 г. принимается актуальный и в наше время Лесной кодекс РФ (с учётом поправок 2006 г.).

Крымский полуостров с 1992 г. входит в состав Украины и дальнейшие лесоустроительные работы вплоть до 2014 г. проводятся в соответствии с её законодательством. Подобно России, переживавшей после 1917 г. период государственного переустройства, в Украине, и следовательно в Крыму, в эти годы наблюдается значительное снижение государственной поддержки лесной отрасли. В отсутствие контроля за сохранностью лесов и лесополос со стороны государства отмечается тенденция к увеличению объёмов несанкционированных рубок и пожаров. Общая картина этого времени хорошо раскрыта у Н. Н. Агапонова, проводившего исследование состояния лесополос Крымского полуострова в 2009 году. В статье о результатах проведённого исследования Н. Н. Агапонов пишет так: «...в настоящее время (в период экономической нестабильности в мире и в каждом отдельном взятом государстве) во многих странах, в том числе и в Украине, совершенно забыли о степном лесоразведении — самом эффективном методе защиты сельскохозяйственных земель от деградации» [Агапонов, Николаев, 2009, с. 120].

Из публикаций о защитных посадках лесов в этот промежуток времени стоит выделить таких авторов, как Н. Н. Агапонов [Агапонов, Астапов, Неонета, 2006; Агапонов, Николаев, 2009; Агапонов, Плугатарь, 2006], А. Ф. Поляков [Леса Крыма..., 2003; Поляков, Плугатарь, 2009], Я. П. Дидух [Дидух, 1992], Г. А. Можейко [Можейко, 2000], В. С. Паштецкий [Паштецкий, 2013], В. Г. Мишнев, Н. И. Цыплаков [Мишнев, Цыплаков, 2001], Н. Н. Дубенок с соавторами [Дубенок и др., 2017] и др. Большая часть научных материалов этого периода носит достаточно узкоспециализированный характер. Многие авторы обращают особое внимание на необходимость возобновления лесоохранительных, лесопосадочных, а также агролесомелиоративных работ.

Об этом в своей статье по истории развития агролесомелиорации как науки и о научных учреждениях отрасли К. Н. Кулик пишет так: «К научным учреждениям по защитному лесоразведению в РФ и СНГ относится целый ряд научно-исследовательских институтов, вузов и проектных организаций главным образом системы Министерства сельского хозяйства, РАСХН, Минприроды. Наиболее полно и глубоко научная разработка вопросов защитного лесоразведения ведётся под руководством головных учреждений — ВНИАЛМИ и ВНИИЛМ. Каждый из этих институтов имеет разветвлённую сеть филиалов, опытных станций и опорных пунктов» [Кулик, 2014, с. 18]. Это значительная сеть научных центров, однако, учитывая масштаб страны, всё ещё сложно сказать о достаточности прилагаемых ими усилий.

Вопросам агролесомелиорации посвящено несколько работ А. Н. Олиферова — учёного-селеведа, занимающегося изучением селеопасных районов Крыма, а также снижением селево-оползневой опасности. По его мнению, сели напрямую связаны с залесённостью балок и оврагов Крымских гор. В своё время А. Н. Олиферов приложил немало усилий к облесению крымских яйл, терра-сированию склонов Южного берега, формированию агролесомелиоративной сети в Крыму. Свой опыт он описал в двух работах [Олиферов, 2007; Олиферов, Тимченко, 2005].

Кроме того, нельзя не отметить развитие ГИС-технологий и методов дешифрирования. Благодаря появлению высокоточных космических снимков и программ для анализа данных таких снимков, агролесомелиорация как наука стала заниматься такими вопросами, как картографо-аэрокосмический мониторинг состояния сельскохозяйственных угодий и прогноз их состояния при увеличении антропогенного давления, выявление оптимальных соотношений земель различного назначения в целях рационального природопользования. Есть несколько основательных публикаций у А. С. Рулева и К. Н. Кулика, посвящённых этим вопросам [Рулев, 2007; Кулик, 2004; Кулик, 2012].

В завершение обзора четвёртого периода стоит привести очень краткий и образный абзац из статьи Зверева В. В. «205 лет образования Лесного департамента России»: «Если графически представить развитие лесного хозяйства с 1914 по 2000 г., то мы увидим ломаную кривую, которая медленно, но неуклонно поднимается вверх. Империалистическая война, годы революции, период индустриализации коллективизации, Великая Отечественная война, затем период восстановления разрушенного народного хозяйства. Лишь с 1965 г. начался затяжной этап организационной стабильности в лесном секторе: довольно бурно росло лесопользование, велась широкая хозяйственная деятельность, больших объёмов достигло лесовосстановление, была создана материально-техническая база, особенно в социальной сфере и в сфере охраны лесов. Однако следует признать, что при всех изменениях политического и социального характера организационные основы, заложенные в XIX в., сложившиеся тогда и испытанные временем способы и методы ведения хозяйства в лесах явились прочной платформой для будущего. И в советский период они послужили той базой, на основе которой лесное хозяйство и лесная промышленность развивались по нарастающей вверх» [Зверев, 2003, с. 48].

**В пятый период**, с 2014 года, когда Крымский полуостров вновь переходит в состав Российской Федерации, и до наших дней, список серьёзных публикаций по защитным лесонасаждениям сводится к трудам нескольких авторов, это Ю. В. Плугатарь, И. П. Ведь, А. Ф. Поляков, В. П. Исков, В. П. Коба. Благодаря новым технологиям и развитию ГИС публикуются уточняющие, более современные данные об объёмах и характерных типах древесной растительности лесов Крыма, совершенствуются методики охраны лесов и т. п. [Яковенко, 2002].

В 2015 году на сайте Министерства экологии и природопользования Республики Крым публикуется доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Республики Крым в 2014 году [Доклад о состоянии..., 2015]. Этот доклад получает широкий резонанс в СМИ различных уровней, так как оценивает состояние лесополос Крыма как плохое. В 2016 году выходит статья Джапаровой А. М. [Джапарова, 2016], в которой автор провела оценку состояния лесополос Крыма на основании ранее опубликованных официальных материалов за последние 30 лет.

Согласно опубликованным в этой статье диаграммам наблюдается динамическое снижение количества лесных насаждений в целом для Крымского полуострова, а также снижение динамики лесовосстановления с 2008 по 2015 г. Проведенные автором натурные исследования в статье не обозначены.

В 2017 году Дубенок Н. Н. с соавторами публикуют совместную работу о состоянии полезащитных лесонасаждений в степном Крыму [Дубенок и др., 2017]. Особое внимание авторы уделяют влиянию хвойных пород и их ветрорегулирующей роли на полезащитные лесонасаждения. Однако интерес представляет вывод авторов, что в степном Крыму хвойные лесные посадки также имеют положительный эффект.

К 2017 году Совет Министров Республики Крым создаёт рабочую группу по осуществлению мероприятий для проведения инвентаризации лесополос по всей территории Республики Крым. В том же году состоялось первое рабочее заседание рабочей группы, на котором кроме прочего была оговорена необходимость проведения инвентаризации линейных лесонасаждений в Крыму. По состоянию на начало 2021 года другой информации о дальнейшей работе этой группы обнаружить не удалось.

Немаловажной является и готовность общественности к поддержке государственных структур в вопросе сохранения и восстановления лесных защитных насаждений. На территории Крыма в течение последних четырёх лет формируются некоммерческие общественные объединения, такие как АНО «Сеятели», поддерживающие частный питомник древесных растений, пригодных для высадки в защитных лесных полосах степного и предгорного Крыма; состоялось множество субботников, на которых проводились посадочные работы в степной пригородной зоне; организованы и поддерживаются школьные лесничества. Такие общественные инициативы показывают готовность и открытость населения Крыма к диалогу с административными структурами по улучшению состояния лесов и лесополос Крымского полуострова.

## Выводы

При изучении истории лесных насаждений можно выделить несколько периодов с чётко определяемыми временными границами. Критерием выделения выступает система взглядов на лес и лесное хозяйство, которая хорошо просматривается в отраслевых законодательных актах. За столетия истории наблюдений и изучения лесных посадок нами выделены пять периодов, в течение которых политическая ситуация в стране непосредственно влияла на практическую значимость научных исследований.

• **Первый период.** В этот период входит временной отрезок истории Российского государства до восхождения на престол Петра I и становления Российской империи. Лес рассматривается как основной источник топлива и дичи, различного рода даровых природных ресурсов, не требующих особой заботы и ухода. В этот период уже существуют документы, имеющие некий охранительный характер, однако в целом лес рассматривается только как природный ресурс.

• **Второй период.** Он определяется нами с 1723 года, когда издается указ Петра I о внедрении «Инструкции обер-вальдмейстеру». С этого документа, регламентирующего первые шаги по ведению лесного хозяйства, мы выделяем начало периода, продолжившегося до революционных событий 1917 года и вместившего в себя становление русской школы лесоведения. Это наиболее продуктивный отрезок в истории развития лесоведения и лесомелиорации. Впервые выявлены и системно описаны основные законы формирования лесов, проведены наблюдения за жизнью древесных растений как в среде обитания, так и на экспериментальных участках. Данные, собранные учёными-естествоиспытателями в течение этого периода, являются основополагающей базой для дальнейшего развития науки.

• **Третий период.** Этот период определяется с 1917 по 1991 г. и связан со становлением власти Советов в России и на смежных территориях в результате революционных событий. Период вмещает в себя несколько этапов становления лесоводческой науки, одним из которых является возврат к хозяйственному лесопользованию. В рамках этого периода выделяются два этапа. На первом этапе отмечается переустройство пользования лесами, отмена наработанных схем лесоведения, выделяется общая деградация русской школы лесоводства в связи с переходом на иной тип лесопользования. На следующем этапе этого периода усиливается спрос на данные о лесомелиорации и защитных лесонасаждениях различного назначения. Здесь отмечается подъём заинтересованности в данных, собранных до начала революционных действий, и критичность их недостатка. В конце периода отмечается упадок лесоводческой науки в связи с политической ситуацией в стране, характеризующейся очередной сменой управленческих структур.

• **Четвертый период** начинается с распада в 1991 г. Советского Союза и образованием независимых государств, в том числе Украины, в границах которой на тот момент и находится Крымский полуостров. Этот период характеризуется уничтожением большей части оставшихся лесополос в связи со сложной экономической ситуацией в стране, увеличением потребности в дешёвом топливе, а также снижением качества научно-исследовательских работ в области дендрологии. В этот период отмечается исследовательская активность учёных-лесоводов, однако развитие лесоводства как науки на уровне государства имеет слабую поддержку.

• Следующим, **пятым периодом**, следует считать временной промежуток с даты воссоединения Крыма с Российской Федерацией в 2014 году до настоящего момента. Он характеризуется подъёмом заинтересованности государства в разведении лесов, защитном лесоразведении и увеличением объёмов научных публикаций по агролесомелиоративным работам.

Для Крыма каждый из оговорённых периодов тесно связан с политической ситуацией как на уровне страны, так и на международном уровне. Анализ литературы показал, что тематика агролесомелиоративных работ с использованием древесных сообществ в линейных защитных посадках оставалась в фокусе внимания исследователей даже при неблагоприятной политической ситуации, тогда как государство в целом не было заинтересовано в поддержке исследований в области лесозащитных насаждений. Уже более ста лет назад были доказаны прямые выгоды от применения лесомелиорации в сельском хозяйстве, укреплении береговых линий и защите городов от пыли и шума. Однако и в наши дни статьи о ценности таких посадок периодически появляются в современных научных журналах. Кроме того, за последние семь лет с момента перехода Крымского полуострова в правовую среду Российской Федерации Совет Министров Республики Крым и Министерство экологии и природных ресурсов приняли ряд конструктивных решений по вопросу лесомелиорации. Так, в 2019 году рассматривался вариант создания и реализации пилотного проекта по реконструкции и восстановлению лесных полос в Северо-Западном Крыму; Департамент лесного, охотничьего хозяйства и регулирования пользования биоресурсами Министерства экологии и природных ресурсов Республики Крым опубликовал информацию о завершении инвентаризации лесов Крыма (отчёт о проведённой инвентаризации ведомство должно было предоставить в начале 2020 года); опубликован приказ «Об утверждении Правил лесовосстановления, состава проекта лесовосстановления, порядка разработки проекта лесовосстановления и внесения в него изменений». Кроме того, с 2008 года по всей территории России действует «Стратегия развития защитного лесоразведения в Российской Федерации на период до 2020 года» [Стратегия развития..., 2008]. Все эти факты наглядно отображают актуальность вопроса защитных лесонасаждений, указывают на необходимость развития этого направления в Российской Федерации и в Крыму.

### Список литературы

1. Агапов Н. Н. В. Е. Графф — основоположник степного лесоразведения в Украине // Научные труды Южного филиала Национального университета биоресурсов и природопользования Украины «Крымский агротехнологический университет». Сер.: Сельскохозяйственные науки. – 2011. – Вып. 134. – С. 193–198.
2. Агапов Н. Н., Астапов А. Ю., Неонета А. А. Феодосийский опыт использования леса в решении водной проблемы // Материалы XV международного симпозиума «Нетрадиционное растениеводство. Эниология. Экология и здоровье»: 3-й съезд селекционеров, г. Алушта, 3–10 сент. 2006 г. – Симферополь: [б. и.], 2006. – С. 496–497.
3. Агапов Н. Н., Николаев Е. В. Полезащитные лесополосы Крыма: их экологическое и сельскохозяйственное значение // Научные труды Южного филиала Национального университета биоресурсов и природопользования Украины «Крымский агротехнологический университет». Сер.: Сельскохозяйственные науки. – 2009. – Вып. 125. – С. 119–127.
4. Агапов Н. Н., Плугатарь Ю. В. Лесная наука в Крыму (результаты исследований Крымской ГЛНИС за 1952–2006 гг. и реферативный справочник) / под ред. В. Л. Мешковой. – Алушта: [б. и.], 2006. – 250 с.
5. Академику В. Н. Сукачеву к 75-летию со дня рождения: сборник работ по геоботанике, лесоведению, палеогеографии и флористике / под ред. В. Б. Сочавы. – Москва; Ленинград: Изд-во АН СССР, 1956. – 592 с.
6. Багрова Л. А., Гаркуша Л. Я. Искусственные лесонасаждения в Крыму // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2009. – Вып. 1 (20). – С. 134–145.
7. Балакай Г. Т., Балакай Н. И., Бабичев А. Н., Балакай С. Г., Монастырский В. А., Ольгаренко В. И. Проектирование, создание и уход за защитными лесными насаждениями на землях сельскохозяйственного назначения / Рос. науч.-исслед. ин-т пробл. мелиорации. – Новочеркасск, 2016. – 102 с. – Деп. ВИНТИ РАН 04.05.2016, № 69-В2016.
8. Бейлин И. Г. Очерки по истории лесных обществ дореволюционной России. – Москва: Гослесбумиздат, 1962. – 158 с.
9. Белопухов К. П. Лесное хозяйство Крыма // Весь Крым, 1920-1925: юбилейный сборник / [ред. комис.: У. В. Болич и др.]. – Симферополь: Изд. КРЫМЦИКА, 1926. – С. 149–159.
10. Бененсон М. Е. Лесное хозяйство Крыма // Экономические очерки Крыма / Бененсон М. Е. – Симферополь: Южкоопиздат, 1919. – С. 48–50.
11. Бобров Р. В. Управляющий советским лесным департаментом Н. А. Кузнецов // Лесное хозяйство. – 1998. – № 1. – С. 12–13.
12. Болотина Н. Ю. Потемкин. – Москва: Вече, 2014. – 480 с. – (Великие исторические персоны).
13. Болотов Андрей Тимофеевич // Бари — Браслет. – Москва: Сов. энцикл., 1970. – (Большая советская энциклопедия / гл. ред. А. М. Прохоров; т. 3).
14. Борейко В. Е. Белые пятна истории природоохраны. СССР, Россия, Украина. Т. 1. – Киев: Киев. эколого-культур. центр, 1996. – 233 с.
15. Бородин С. В. Аграрная политика в Крыму в восстановительный период (1917–1920 гг.) // Культура народов Причерноморья. – 1999. – № 6. – С. 95–100.
16. Бородин С. В. Аграрные отношения в Крыму до октября 1917 г. // Культура народов Причерноморья. – 1998. – № 5. – С. 180–184.
17. Бородин С. В. Государственная аграрная политика в Крыму накануне массовой коллективизации (1927–1929 гг.) // Культура народов Причерноморья. – 1998. – № 5. – С. 341–343.
18. Бородин С. В. Земельные отношения в Крыму в период правления Н. Н. [т. е. П. Н.] Врангеля // Учёные записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. Сер.: Юридические науки. – 2017. – Т. 3 (69), № 2. – С. 15–20.
19. Бородин С. В. Земли спецназначения и специспользования в Крыму в 20-х годах // Учёные записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Сер.: Филологические науки. – 2002. – Т. 15 (54), № 1. – С. 107–114.



20. *Ведь И. П.* Климат и облесение Крымских нагорий / под ред. А. Н. Олиферова. – Симферополь : Таврич. нац. ун-т им. В. И. Вернадского, 2007. – 236 с.
21. *Воронов А. Г.* Крупнейший русский биолог и географ : к 85-летию В. Н. Сукачева // *Землеведение.* – 1967. – Т. 7 (47). – С. 291–298.
22. *Гурьева Л. А.* Лесное законодательство : учебное пособие / Сыктывкар. лесн. ин-т. – Сыктывкар : СЛИ, 2013. – 84 с.
23. *Джапарова А. М.* Оценка состояния защитных лесных полос водоохранных зон, водных объектов и сельскохозяйственных угодий в республике Крым // *Пути повышения эффективности орошаемого земледелия.* – 2016. – № 1 (61). – С. 107–112.
24. *Дидух Я. П.* Растительный покров горного Крыма (структура, динамика, эволюция и охрана). – Киев : Наукова думка, 1992. – 256 с.
25. Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Республики Крым в 2014 году // Министерство экологии и природных ресурсов Республики Крым : официальный сайт. – 2015. – URL: <https://meco.rk.gov.ru/ru/structure/60> (дата обращения: 09.01.2021).
26. *Дубенок Н. Н., Таниокевич В. В., Салогуб Р. В., Кулик А. В.* Состояние и мелиоративное влияние ползащитных лесонасаждений в условиях степного Крыма // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование.* – 2017. – № 4 (48). – С. 16–21.
27. *Ена В. Г.* Открыватели земли Крымской. Очерки об исследователях природы Крыма. – Симферополь : Крым, 1969. – 136 с.
28. *Зверев А. И.* 205 лет образования Лесного департамента России // *Устойчивое лесопользование.* – 2003. – № 1. – С. 47–48.
29. Земельный кодекс РСФСР : [принятый на IV Сессии Всероссийского центрального исполнительного комитета] : с [подробным] алфавитно-предметным указателем : [текст «Собрания узаконений» № 68 ст. 901 от 15 нояб. 1922 г.] / [Рос. Социалистич. Федератив. Совет. Респ.]. – Москва : Юрид. изд-во НКЮ РСФСР, 1923. – 39 с.
30. *Зибольд Ф. И.* О постановке опытного дела в Феодосийском горнокультурном лесничестве. – Санкт-Петербург : Слово, 1904. – 16 с.
31. *Зонн С. В.* Владимир Николаевич Сукачев, 1880–1967. – Москва : Наука, 1987. – 251 с.
32. *Исиков В. П., Плугатарь Ю. В., Коба В. П.* Методы исследований лесных экосистем Крыма. – Симферополь : Ариал, 2014. – 252 с.
33. Историческое краеведение Урала как фактор формирования гражданской идентичности : учебно-методическое пособие / Урал. гос. пед. ун-т ; под ред. Г. Е. Корнилова, Г. А. Кругликовой. – Екатеринбург : [б. и.], 2017. – URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/154819334.pdf> (дата обращения: 09.01.2021).
34. *Клепинин Н. Н.* Геологический очерк Крыма. – Симферополь : Крымгосиздат, 1929. – 14 с.
35. *Клепинин Н. Н.* Крым: сельское хозяйство. – Симферополь : Крымгосиздат, 1929. – 14 с.
36. *Клепинин Н. Н.* Отчего в Крыму часто бывают неурожаи и как с ними бороться. – Симферополь : Крымгиз, 1926. – 34 с. – (Библиотека крымского крестьянина. Сельскохозяйственная серия).
37. *Клепинин Н. Н.* Почвы Крыма / под ред. В. М. Васильева, М. Ф. Гусева, А. М. Дмитревского, А. О. Штекера. – Симферополь : Крымгосиздат, 1927. – [20] с. – (Библиотека Крымоведения).
38. *Ковда В. А.* Великий план преобразования природы. – Москва : Изд-во АН СССР, 1952. – 109 с.
39. *Кодан С. В.* Юридическая политика Российского государства : 1800–1850-е гг. : дис. ... д-ра юрид. наук : 12.00.01. – Екатеринбург, 2004. – 475 с.
40. *Колданов В. Я.* Степное лесоразведение : (краткие очерки). – Москва : Лес. пром-сть. – 1967. – 222 с.
41. *Кольцов В., Важов В., Полосухин Г., Чистяков А.* Защитные насаждения. – Симферополь : Крымиздат, 1960. – 64 с.
42. *Кочерга Ф. Г.* Горно-мелиоративные работы в УзССР. – Ташкент : Изд-во Ком. науки УзССР, 1937. – 319 с. – (Труды сектора агролесомелиорации и лесного хозяйства / Ком. наук УзССР ; вып. 2).
43. *Кочкин М. А.* Леса Крыма. – Симферополь : Крымиздат, 1952. – 52 с.
44. *Кузнецов С. Е.* Защитное лесоразведение в Крыму. – Симферополь : Крымиздат, 1948. – 54 с.

45. Кулик К. Н. Агролесомелиоративное картографирование и фитоэкологическая оценка аридных ландшафтов. – Волгоград : Всесоюз. науч.-исслед. ин-т агролесомелиорации, 2004. – 248 с.
46. Кулик К. Н. Геоинформационные технологии в оценке и управлении агролесоландшафтами // Принципы устойчивого развития как основа экологической безопасности территории Нижнего Поволжья и социально-экономического благополучия общества сельских муниципальных образований / сост. и ред.: В. П. Зволинский, Н. В. Тютюма, Р. К. Туз. – Москва : ред. журн. «Вестн. Рос. акад. с.-х. наук», 2012. – С. 11–12.
47. Кулик К. Н. Развитие агролесомелиоративной науки в России // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – № 3 (35). – С. 12–19.
48. Кулик К. Н., Павловский Е. С., Свищов И. П. Агролесомелиорация в России: история и стратегия развития // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2008. – № 4. – С. 28–30.
49. Леса Крыма (прошлое, настоящее, будущее) / [А. Ф. Поляков, Н. М. Милосердов, Н. Н. Агапонов, Е. И. Савич, О. И. Левчук, С. В. Курпас, Ю. В. Плугатарь, А. Ф. Хромов]. – Симферополь : КрымПолиграфБумага, 2003. – 144 с.
50. Лесной кодекс Крымской АССР // Сборник главнейших законоположений и административных распоряжений по Лесному управлению Наркомзема Крыма / Кр. А.С.С.Р, Нар. ком. Зем., Лес. упр. – Симферополь : тип. ГПУ Крыма, 1927. – № 1. – [С. 3–9?].
51. Ломоносов М. В. О слоях земных // Первые основания металлургии или рудных дел. Прибавление 2. – Санкт-Петербург : Имп. Акад. наук, 1763. – С. 237–416.
52. Лопачев Н. А., Коломейченко В. В., Митусов А. В., Небытов В. Г., Мазалов В. И. Роль Ф. Х. Майера в облесении склоновых земель Среднерусской возвышенности // Вестник аграрной науки. – 2017. – № 5 (68). – С. 30–35. – <https://doi.org/10.15217/issn2587-666X.2017.5.30>
53. Мелехов И. С. Лесоводство. – Москва : Агропромиздат, 1989. – 302 с.
54. Мелехов И. С. Очерк развития науки о лесе в России. – Москва : Изд-во АН СССР, 1957. – 208 с.
55. Мигунова Е. С. В. В. Докучаев и его вклад в лесное почвоведение // Лесоведение. – 2011. – № 1. – С. 73–80.
56. Мишин В. Г., Цытлаков Н. И. о значении и состоянии полезащитного лесоразведения в Крыму // Эко-системы Крыма, их оптимизация и охрана. – 2001. – Вып. 11. – С. 12–14.
57. Можейко Г. А. Лесоаграрные ландшафты Южной Украины (природа и конструирование). – Харьков : Эней, 2000. – 312 с.
58. Моисеев Н. А. Профессор М. М. Орлов и его труды в области лесной экономики, лесоустройства и лесоуправления // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2007. – № 3. – С. 4–10.
59. Неволин О. А. Славный юбилей летописи лесного дела (к 175-летию «Лесного журнала» и 50-летию серии «Известия высших учебных заведений» // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2007. – № 6. – С. 7–21.
60. Непомнящий А. А. Крымоведческое наследие П. И. Кёпшена: дополнения к известному // Культура народов Причерноморья. – 2001. – № 25. – С. 70–79.
61. Нестеров В. Г., Морозов Г. Ф. Учение о лесе. – 7-е изд. – Москва ; Ленинград : Гослесбумиздат, 1949. – 455 с.
62. О плане полезащитных лесонасаждений, внедрения травопольных севооборотов, строительства прудов и водоемов для обеспечения высоких и устойчивых урожаев в степных и лесостепных районах европейской части СССР : постановление Совмина СССР, ЦК ВКП(б) от 20.10.1948 № 3960 // КонсультантПлюс : сайт. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?erq=doc;base=ESU;n=14933#046805566798085074> (дата обращения: 28.05.2020). – Режим доступа: по подписке.
63. Олиферов А. Н. из истории горных лесомелиоративных работ в Крыму: мемуары // Крымский архив. – 2007. – № 10. – С. 142–154.
64. Олиферов А. Н., Тимченко З. В. Реки и озёра Крыма. – Симферополь : Доля, 2005. – 216 с.

65. Паиштецкий В. С. Ландшафтно-экологическая оптимизация использования природно-ресурсного потенциала степного Крыма : дис. ... д-ра с.-х. наук : 03.00.16. – Киев, 2013. – 320 с.
66. Писаренко А. И., Страхов В. В. Лесное хозяйство России: от пользования – к управлению. – Москва : Юриспруденция, 2004. – 552 с.
67. Плугатарь Ю. В. Из лесов Крыма : монография. – Харьков : Новое слово, 2008. – 462 с.
68. Плугатарь Ю. В. Леса Крыма. – Симферополь : АРИАЛ, 2015. – 385 с.
69. Плугатарь Ю. В., Корженевский В. В. Создание и оптимизация защитных насаждений в Крыму // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2014. – № 113. – С. 7–17.
70. Поляков А. Н. Выдающийся лесовод // Лесное хозяйство. – 1999. – № 3. – С. 17–18.
71. Поляков А. Н. Патриарх отечественного лесоводства: (к 175-летию со дня рождения Ф. К. Арнольда) // Лесное хозяйство. – 1994. – № 6. – С. 16–17.
72. Поляков А. Ф., Плугатарь Ю. В. Лесные формации Крыма и их экологическая роль. – Харьков : Новое слово, 2009. – 405 с.
73. Пояснительная записка к материалам по проверке состояния защитного лесоразведения в колхозах Крымской области за 1955 г. // Гос. архив Республики Крым. – Ф. Р2400. – Оп. 1. – Д. 342. – Л. 2.
74. Пятницкий С. С. Г. Н. Высоцкий как образец ученого // Лесное хозяйство. – 1998. – № 4. – С. 10–11.
75. Редько Г. И. Лесной знатель Ф. Г. Фокель в России // Лесной журнал. – 1990. – № 5. – С. 129–131.
76. Рохленко Д. Петр Великий. Флот и лес // Наука и жизнь. – 2003. – № 5. – С. 40–45.
77. Рулев А. С. Ландшафтно-географический подход в агролесомелиорации. – Волгоград : Всерос. науч.-исслед. ин-т агролесомелиорации, 2007. – 160 с.
78. Степанов Н. Н. Степное лесоразведение. – Изд. 4-е. – Москва ; Ленинград : Гослесбумиздат, 1949. – 159 с.
79. Стратегия развития защитного лесоразведения в Российской Федерации на период до 2020 года / [К. Н. Кулик и др.] ; Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т агролесомелиорации. – Волгоград : ВНИАЛМИ, 2008. – 33 с.
80. Сутягин С. С. Лесное законодательство в дореволюционной России: историческая правопреемственность и эволюция // Юридическая техника. – 2011. – № 5. – С. 458–462.
81. Титова В. Г. Влияние лесных полос на урожайность сельскохозяйственных культур в степном Крыму // Бюллетень Всероссийского научно-исследовательского агролесомелиоративного института. – 1985. – № 3 (46). – С. 32–37.
82. Тихонов А. С. История лесного дела. – Калуга : Гриф, 2007. – 328 с.
83. Ткаченко М. Е. Общее лесоводство : [учебник]. – 2-е изд., перераб. – Москва : Колос, 1968. – 417 с.
84. Треумов-Дрейзин А. Г. Древесные породы для степного Крыма : краткое руководство. – Симферополь : Госиздат Крымской АССР, 1939. – 39 с.
85. Треумов-Дрейзин А. Г., Давыдов А. М. Краткое руководство по лесонасаждениям в степной части Крыма. – Симферополь : Гос. изд-во Крым. АССР, 1937. – 34 с.
86. Цветков М. А. Изменение лесистости Европейской части России с конца XVII столетия по 1914 г. – Москва : Изд-во АН СССР, 1957. – 214 с.
87. Шелгунов Н. История русского лесного законодательства. – Санкт-Петербург : в тип. М-ва гос. имуществ, 1857. – 378 с.
88. Шимановский М. В. О значении свода законов Российской империи для науки и жизни : (Речь тов. пред. [Одес. юрид. о-ва] М. В. Шимановского, произнес. на торжеств. заседании 11 февр. 1889 г., посвящ. памяти гр. М. М. Сперанского). – Одесса : Экон. тип. (б. Одес. вестн.), 1889. – 35 с.
89. Шутков Н. К. Вехи лесного хозяйства России. – Санкт-Петербург : Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 284 с.
90. Яковенко И. М. Возможности ГИС-технологий в географических исследованиях и региональном управлении рекреационным природопользованием // Культура народов Причерноморья. – 2002. – № 35. – С. 29–35.

**PERIODIZATION OF THE HISTORY OF STUDYING OF THE PROTECTIVE PLANTS  
IN THE CRIMEA ON THE BASIS OF THE HISTORY OF FORESTRY IN RUSSIA**

**Klyuchkina A. A.**

*T.I. Vyazemsky Karadag Scientific Station – Nature Reserve of RAS – Branch of A.O. Kovalevsky Institute  
of Biology of the Southern Seas of RAS, Russian Federation, 298188, Republic of Crimea, Feodosia,  
Kurortnoye, Nauki Street, 24,  
e-mail: [klyuchkinaaa@gmail.com](mailto:klyuchkinaaa@gmail.com)*

The article presents a periodization of the history of the study of protective plantings in the Crimea, as well as a brief historical summary of the study of the creation of protective stands for the Crimean Peninsula from the first interest in land reclamation work on the steppe lands of Crimea up to the present day. The interconnections of the development of the Russian state and the factors forming the interest in afforestation are noted. The scientific literature on the theme of reforestation, agroforestry, as well as the research in the field of afforestation and creation of forest belts in the Crimea is analyzed. The periods, special for the Crimea are allocated, in scientific researches in this direction, features of such researches are also marked today. The article reflects the dynamics of agroforestry development for the Crimean Peninsula, and also notes the increase in public interest in promoting this topic today.

**Keywords:** protective afforestation; forest belts; protective forests; environmental safety; Crimean peninsula; green corridor of Crimea; social movement, non-profit organizations.

Сведения об авторе

Ключкина  
Александра  
Алексеевна

младший научный сотрудник отдела изучения биоразнообразия и экологического мониторинга Карадагской научной станции имени Т. И. Вяземского — природного заповедника РАН, филиала ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южный морей имени А. О. Ковалевского РАН», [klyuchkinaaa@gmail.com](mailto:klyuchkinaaa@gmail.com), [karadag1914@mail.ru](mailto:karadag1914@mail.ru)

*Поступила в редакцию 03.06.2020 г.  
Принята к публикации 23.02.2021 г.*

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Федеральный исследовательский центр  
«ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ имени А.О. КОВАЛЕВСКОГО РАН»  
КАРАДАГСКАЯ НАУЧНАЯ СТАНЦИЯ им. Т.И.ВЯЗЕМСКОГО –  
ПРИРОДНЫЙ ЗАПОВЕДНИК РАН

# ТРУДЫ КАРАДАГСКОЙ НАУЧНОЙ СТАНЦИИ им. Т.И. ВЯЗЕМСКОГО – ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА РАН

Основан в мае 2016 г.

Основатель журнала –  
ФГБУН «Карадагская научная станция им. Т.И.Вяземского –  
природный заповедник РАН»

Научное издание

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи,  
информационных технологий и массовых коммуникаций

**Свидетельство о регистрации средства массовой информации**  
**Сер. ПИ № ФС77-76870 от 11 октября 2019 г.**

Утверждено к печати научно-техническим советом Карадагской научной станция им.  
Т.И.Вяземского – природного заповедника РАН – филиалом Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Институт биологии  
южных морей имени А.О. Ковалевского РАН»  
(протокол № 11 от 16 марта 2021 г.)

Главный редактор: Р. В. Горбунов, канд. геогр. наук  
Заместитель главного редактора: В. И. Мальцев, канд. биол. наук  
Технические редакторы: Т. Ю. Горбунова, канд. геогр. наук, О. А. Миронюк

Подписано к печати: 27.04.2021 г.

Дата выхода: 12.05.2021 г.

Формат 60x84/8 Усл. печ. л. 10,9 Тираж: 100 экз.

Распространяется бесплатно.

Отпечатано с оригинал-макета «ИТ «АРИАЛ»  
295015, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Севастопольская, 31-а/2,  
тел.: +7 978 71 72 901, e-mail: it.arial@yandex.ru, www.arial.3652.ru



ISSN 2712-9586



9 772712 958009 >