

ISSN 2500-3208

Вестник 2021

Балтийского федерального
университета
им. И. Канта



Серия

Естественные
и медицинские науки

№ 1

ISSN 2500-3208

ВЕСТНИК
БАЛТИЙСКОГО
ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
им. И. КАНТА

Серия
Естественные и медицинские
науки

№ 1

Калининград
Издательство Балтийского федерального университета
им. Иммануила Канта
2021

**Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта.
Сер.: Естественные и медицинские науки. – 2021. – № 1. – 115 с.**

Редакционная коллегия

Г. М. Федоров, д-р геогр. наук, проф., Институт природопользования, пространственного развития и градостроительства, БФУ им. И. Канта (главный редактор); *С. В. Корнев*, д-р мед. наук, проф., Медицинский институт, БФУ им. И. Канта (зам. главного редактора); *Б. Я. Алексеев*, д-р мед. наук, проф., Московский научно-исследовательский онкологический институт им. П. А. Герцена; *Р. С. Богачев*, д-р мед. наук, проф., Медицинский институт, БФУ им. И. Канта; *В. А. Гриценко*, д-р физ.-мат. наук, проф., Институт природопользования, пространственного развития и градостроительства, БФУ им. И. Канта; *И. С. Гуменюк*, канд. геогр. наук, доц., Институт природопользования, пространственного развития и градостроительства, БФУ им. И. Канта (ответственный редактор); *А. Г. Дружинин*, д-р геогр. наук, проф., Северо-Кавказский научно-исследовательский институт экономических и социальных проблем, ЮФУ; *Ю. М. Зверев*, канд. геогр. наук, доц., Институт природопользования, пространственного развития и градостроительства, БФУ им. И. Канта; *В. А. Изранов*, д-р мед. наук, проф., Медицинский институт, БФУ им. И. Канта; *Н. В. Казанцева*, канд. мед. наук, доц., Медицинский институт, БФУ им. И. Канта (ответственный редактор); *Е. В. Краснов*, д-р геол.-минерал. наук, проф., Институт природопользования, пространственного развития и градостроительства, БФУ им. И. Канта; *А. Г. Манаков*, д-р геогр. наук, проф., естественно-географический факультет, Псковский государственный университет; *Т. Пальмовский*, д-р географии, проф., кафедра географии регионального развития, Гданьский университет; *А. И. Пашиов*, д-р мед. наук, проф., Медицинский институт, БФУ им. И. Канта; *А. Разбадаускас*, проф., факультет наук о здоровье, Клайпедский университет; *В. В. Сивков*, канд. геол.-минерал. наук, Атлантическое отделение, Институт океанологии РАН; *Э. Спиряевас*, проф., Центр трансграничных исследований, Клайпедский университет; *М. Фрюауф*, проф., Институт географических наук и географии, Университет им. Мартина Лютера г. Галле; *П. К. Яблонский*, д-р мед. наук, проф., Санкт-Петербургский НИИ фтизиопульмонологии

Издание зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС 77-65779 от 20 мая 2016 г.

Адрес редакции:

236016, Россия, Калининград, ул. А. Невского, 14

© БФУ им. И. Канта, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Экономическая, социальная и политическая география

<i>Горочная В.В., Михайлов А.С., Хвалей Д.В.</i> Центр-периферийное измерение инновационной безопасности в западных приграничных регионах России (на примере Ростовской области)	5
<i>Левченко А.В.</i> Практика управления агломерационными образованиями за рубежом.....	27

3

Физическая география, геоэкология и океанология

<i>Михневич Г.С.</i> Геологические предпосылки возникновения субмаринной разгрузки подземных вод в Юго-Восточной Балтике	42
--	----

Химия и биология

<i>Буденкова Е.А., Масютин Я.А.</i> Исследование способности консорциумов дрожжевых микроорганизмов к продуцированию этанола.....	54
<i>Петрова Н.Г., Яковлева Т.А., Попова Е.А.</i> Растения рода <i>Acer</i> L. в дендрофлоре Калининградской области	64
<i>Соснина И.А., Напреенко-Дорохова Т.В., Напреенко М.Г., Касперовичене Ю., Каросене Ю.</i> Видовой состав диатомовых водорослей (Bacillariophyta) голоценовых отложений Куршского залива	82

Вопросы медицины

<i>Евтихов А.В., Любимый Е.Д., Ким В.Л.</i> Первый опыт наложения чрескожного гастроцистоанастомоза при лечении кисты поджелудочной железы.....	95
<i>Кравцова А.В., Литвинова А.А., Асмоловский А.В., Шаматкова С.В.</i> Психоэмоциональное состояние студентов-медиков, привлеченных к оказанию медицинской помощи в условиях пандемии COVID-19	105

CONTENTS

Economic, Social and Political Geography

- Gorochmaya V.V., Mikhaylov A.S., Hvalej D.V. Center-peripheral dimension of innovative security in the Western border regions of Russia (the case of the Rostov region) 5
- Levchenkov A.V. Agglomerations management practices abroad..... 27

Physical Geography, Geoecology and Oceanology

- Mikhnevich G.S. Geological conditions for submarine groundwater discharge in the South-Eastern Baltic 42

Chemistry and Biology

- Budenkova T.A., Masiutin I.A. On the study of yeasts consortia ethanol producing abilities..... 54
- Petrova N.G., Yakovleva T.A. Popova E.A. Plants of the genus *Acer* L. in the Kaliningrad regional dendroflora..... 64
- Sosnina I.A. Napreenko-Dorokhova T.V., Napreenko M.G. Kasperovičienė J., Karosienė J. Species composition of diatom complexes (Bacillariophyta) in the holocene sediments in the Curonian lagoon 82

Medical issues

- Eotikhov A.V., Lubiviy E.D., Kim V.L. The first experience of percutaneous imposition of gastrocystostomy in the pancreatic cyst treatment 95
- Kravtsiva A.V., Litvinova A.A., Asmolovsky A.V., Shamatkova S.V. Psychoemotional state of medical students involved in providing medical care under the pressure of the COVID-19 pandemic 105

В. В. Горочная, А. С. Михайлов, Д. В. Хвалеи

**ЦЕНТР-ПЕРИФЕРИЙНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ В ЗАПАДНЫХ ПРИГРАНИЧНЫХ РЕГИОНАХ
РОССИИ (НА ПРИМЕРЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ)**

5

Исследование посвящено проблеме изучения территориальных закономерностей формирования инновационного пространства и обеспечения инновационной безопасности на редко исследуемом уровне – муниципальном. География изучения охватывает муниципальные образования Ростовской области. Приведен анализ некоторых показателей инновационной активности, характеризующих уровень обеспеченности жителей и субъектов малого и среднего предпринимательства муниципалитетов региона финансовыми и информационно-коммуникационными услугами, поддерживающей предпринимательской инфраструктурой и инфраструктурой электронной коммерции. Сделан фокус на выявлении различий между городскими и сельскими поселениями по включенности в инновационный процесс. Дана оценка влияния агломерационного и приморского факторов на диффузию инноваций на межмуниципальном уровне: от агломерационного центра к периферии и от приморских и условно приморских муниципалитетов вглубь региона. Рассматриваются центр-периферийные тенденции в распределении инновационной активности в Ростовской области. Сделан вывод о том, что определяющее влияние на формирование инновационного пространства оказывает сложившееся в регионе центр-периферийное устройство, в то время как талассоаттрактивность и агломерационный фактор выступают дополняющими. Более интенсивно диффузия инноваций протекает в условно приморских муниципалитетах, что справедливо как для городской, так и для сельской местности. В непосредственно приморских муниципальных образованиях более высокий уровень инновационной активности характерен для зон, где сочетаются урбанизация и агломерация, в сельских же районах потенциал приморского положения остается недоиспользованным.

The article focuses on studying the territorial patterns in innovative space formation and ensuring innovation security at a municipal level which is not such a common case for research. The geography of the study covers the Rostov region municipalities. The analysis engages some indicators of innovative activity which characterize how well the residents and small and medium-sized businesses of municipalities in the region are provided with financial, informational and communication services, supporting the entrepreneurial infrastructure and infrastructure of e-commerce. The goal is to identify differences between urban and rural settlements in terms of involvement in the innovation process. The authors assess the impact of agglomeration and



coastal factors on the diffusion of innovations at the inter-municipal level: from the agglomeration center to the periphery and from coastal and conditionally coastal municipalities inland. The center-peripheral trends in the distribution of innovation activity in the Rostov region bring about the center-peripheral divide, which has a decisive role in the formation of the innovation space, while coastalization and agglomeration factors are viewed as complementary. The diffusion of innovations is more intensive in the conventionally coastal municipalities, which is true for both urban and rural areas. In the immediate coastal municipalities, a higher level of innovation activity is characteristic of zones where urbanization and agglomeration are combined, while in rural areas, the potential of the coastal position remains underutilized.

Ключевые слова: инновационное развитие, инновационная безопасность, сельские поселения, цифровизация.

Keywords: innovation development, innovation security, rural settlements, digitalization.

Введение и постановка проблемы

Процессы генерации инноваций и их проникновения в экономическую и социальную жизнь должны быть поддержаны соответствующей инфраструктурой, общей инновационной насыщенностью территории, которая обеспечивается процессами диффузии инноваций как во внутригосударственной центр-периферийной системе, так и в международной [1; 2]. Наряду с изучением самой динамики разработки производственно-технологических инноваций и их внедрения в практику необходимо отслеживать территориальное распределение информационно-технологической и институциональной обеспеченности населения и малого бизнеса [3]. Важную проблему составляет качественная характеристика и количественная оценка интенсивности процессов диффузии инноваций в разрезе дихотомии городских и сельских поселений [4].

Развитие регионов Западного порубежья является стратегически важным в современной России. Будучи значимыми точками соприкосновения национальной и мировой экономики, они выполняют функцию драйверов инновационного развития [5–7]. В настоящем исследовании обратимся к примеру Ростовской области как одного из наиболее инновационно активных регионов Западного порубежья России, который в то же время не обладает статусом «столичного» центра или сорасположенностью с таковым и характеризуется многоуровневой центр-периферийной структурой с выраженными тенденциями углубляющейся периферизации. Это ставит проблему неравномерности инновационного развития территории как для итогового потребителя инноваций в лице населения, так и для опосредующего звена в лице малого бизнеса.

В более ранних исследованиях установлено, что инновационная безопасность Ростовской области обнаруживает большую устойчи-



вость, нежели регионов северо-восточной части Европейской России, сильнее подверженных геоэкономической турбулентности [8]. При этом процессы диффузии инноваций происходят медленнее и преимущественно в самом пространстве Ростовской агломерации [9]. В отдельных исследованиях рассматриваются проблемы инфраструктурного обеспечения инновационной деятельности в периферийных районах Ростовской области на примере специфических объектов инновационной инфраструктуры: коворкингов, центров инновационного развития и т. п. [10; 11]. Однако диффузия инноваций на муниципальном уровне все еще остается малоизученной. Не исследованы факторные условия жизни населения и предприятий, в том числе в разрезе территориальных особенностей проникновения технологий интернет-связи, электронного документооборота в многофункциональных центрах, онлайн-торговли, технических средств денежного оборота и др. Таким образом, целью данной статьи стала оценка влияния центр-периферийных тенденций на инновационную активность в муниципалитетах Ростовской области и диффузии инноваций между городскими и сельскими поселениями региона.

Методика исследования и стратегия сбора данных

Исследовательский подход к изучению инновационной активности в муниципалитетах Ростовской области базируется на методике, разработанной и апробированной для Ленинградской области [12]. База данных для исследования сформирована по следующим направлениям:

– обеспеченность населения и субъектов малого и среднего бизнеса как основных участников инновационной деятельности финансовыми услугами (путем оценки нагрузки на стационарные банковские терминалы на примере крупного российского банка «Сбербанк») [13; 14];

– доступность поддерживающей предпринимательской инфраструктуры (на примере многофункциональных центров, оказывающих широкий спектр государственных и консультационных услуг для бизнеса и населения) [15];

– распространение информационно-коммуникационных технологий как индикатор цифровизации населения (путем расчета плотности интернет-покрытия территории муниципалитетов стандартами 3G и 4G на примере операторов мобильной связи «Билайн», «МегаФон», «Теле2», «МТС», «Ростелеком») [16];

– проникновение потребительских инноваций (путем оценки доступа населения к пунктам выдачи интернет-магазинов на примере крупнейшего в России маркетплейса «Озон») [17].

Показатели представлены на начало 2019 г., а источником данных для их расчета стали сведения, представленные на официальных сай-



тах «Сбербанка», МФЦ «Мои документы», организации интернет-торговли «Озон» и операторов мобильной связи «Билайн», «МегаФон», «Теле2», «МТС», «Ростелеком». Выбор отслеживаемых индикаторов и временного периода обусловлен как условиями и временной интенсивностью развития факторных условий инноватизации социально-экономической жизни современной России, так и особенностями сложившейся статистической системы, не производящей учет инновационной активности на муниципальном уровне.

Результаты исследования

8

Население Ростовской области составляет 4,22 млн человек, из них 68 % – городское и 32 % – сельское, проживающее в 391 сельском поселении. В Ростовской области наблюдается поляризация между сельскими муниципальными районами и городскими округами. В результате в большинстве муниципальных районов, занимающих основную часть территории региона, преобладает сельский уклад, а доля сельского населения составляет 100 % (табл. 1).

Таблица 1

**Население муниципальных районов Ростовской области
на 1 января 2018 г.**

Район	Численность населения, тыс. чел.	Доля от населения региона, %	Доля сельского населения от населения района, %	Количество сельских поселений
Азовский	97	2,3	100	18
Аксайский	114,7	2,7	60,7	10
Багаевский	34,3	0,8	100	5
Белокалитвинский	92	2,2	48,1	10
Боковский	14	0,3	100	7
Верхнедонской	17,8	0,4	100	10
Веселовский	25,4	0,6	100	4
Волгодонской	33,5	0,8	100	7
Дубовский	21,6	0,5	100	13
Егорлыкский	33,4	0,8	100	9
Заветинский	16,6	0,4	100	9
Зерноградский	53,1	1,3	53,8	8
Зимовниковский	36,1	0,9	100	11
Кагальницкий	27,7	0,7	100	8
Каменский	41,9	1	80,1	11
Кашарский	23,4	0,6	100	10
Константиновский	31,2	0,7	45	6
Красносулинский	75,4	1,8	43,1	12
Куйбышевский	13,9	0,3	100	3
Маргяновский	34,4	0,8	100	9
Матвеево-Курганский	40,6	1	100	8



Район	Численность населения, тыс. чел.	Доля от населения региона, %	Доля сельского населения от населения района, %	Количество сельских поселений
Миллеровский	64,6	1,5	45,2	12
Милютинский	13,1	0,3	100	7
Морозовский	38,3	0,9	34,2	8
Мясниковский	46,8	1,1	100	7
Неклиновский	85,5	2	100	18
Обливский	17,4	0,4	100	7
Октябрьский	71,2	1,7	85,3	11
Орловский	37,7	0,9	100	11
Песчанокопский	27,5	0,7	100	9
Пролетарский	34	0,8	44,2	9
Ремонтненский	18	0,4	100	10
Родионово-Несветайский	22,2	0,5	100	6
Сальский	101,8	2,4	43,4	10
Семикаракорский	49,1	1,2	55,1	9
Советский	6,3	0,1	100	3
Тарасовский	28,2	0,7	100	10
Тацинский	34,7	0,8	100	11
Усть-Донецкий	31,8	0,8	64,6	7
Целинский	30,2	0,7	100	9
Цимлянский	33,2	0,8	56,3	6
Чертковский	33,3	0,8	100	14
Шолоховский	25,6	0,6	100	9

Источник: по данным Ростовстат (<https://rostov.gks.ru/folder/28951>).

В сельской местности расположено 423 банкомата, или 18 % от всего региона (рис. 1). В Дубовском и Заветинском районах банкоматы полностью отсутствуют. Не охвачены и/или слабо охвачены объектами банковской инфраструктуры восточные районы (как северо-восточные, так и — особенно — юго-восточные), а также два западных приграничных района — Куйбышевский и Родионово-Несветайский. Еще одной особенностью является слабая обеспеченность банкоматами сельских поселений, примыкающих к малым городам, либо их полное отсутствие. Например, в Красносулинском районе все банкоматы сосредоточены в районном центре (г. Красный Сулин), такой же причиной объясняется их малое количество в зерноградском, Каменском, Миллеровском, Морозовском, Семикаракорском, Усть-Донецком районах. Таким образом, с одной стороны, территориальное распределение банкоматов повторяет контуры Ростовской агломерации и сформировавшейся центр-периферийной модели, с другой — не только агломерационные узлы, но и малые города «оттягивают» на себя предоставление таковых услуг, и размещение банкоматов рассчитано на регулярную маятниковую миграцию в районные центры.

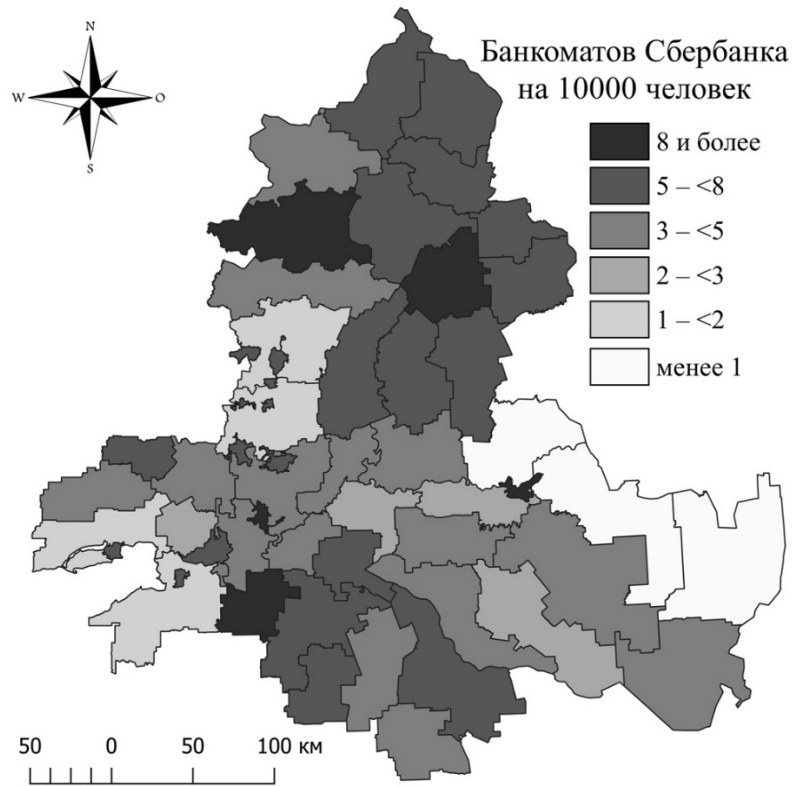


Рис. 1. Территориальное распределение банкоматов «Сбербанка» на территории Ростовской области

Источник: разработано авторами.

Обеспеченность банкоматами выше в городских округах – в среднем 1575,2 чел. на 1 банкомат, – нежели в муниципальных районах: 2283,4 чел., в том числе в сельских поселениях 3185,3 чел. (табл. 2, 3). В отношении МФЦ сельские жители оказываются лучше обеспечены. В городских округах на 1 центр приходится в среднем 35,6 тыс. чел. (в Ростове-на-Дону – 62,7 тыс. чел.), в муниципальных районах – 4,7 тыс. чел. (в том числе в сельских поселениях – 3,8 тыс. чел.).

Таблица 2

Территориальное распределение банкоматов и пунктов доступа к государственным услугам для муниципальных районов Ростовской области в 2010-е гг.

Район	Банкоматы «Сбербанка»			Государственные услуги		
	Количество	% от региона	Чел. на 1 банкомат	Количество	% от региона	Чел. на 1 МФЦ
Азовский	16	0,7	6061,9	23	5,3	4217
Аксайский	57	2,4	2012,4	16	3,7	7169,3



Район	Банкоматы «Сбербанка»			Государственные услуги		
	Количество	% от региона	Чел. на 1 банкомат	Количество	% от региона	Чел. на 1 МФЦ
Багаевский	17	0,7	2015,6	3	0,7	11421,7
Белокалитвинский	65	2,8	1415,8	12	2,8	7668,8
Боковский	8	0,3	1750,5	4	0,9	3501
Верхнедонской	13	0,6	1371,8	7	1,6	2547,7
Веселовский	14	0,6	1813,1	2	0,5	12692
Волгодонской	10	0,4	3351,4	7	1,6	4787,7
Дубовский	—	—	—	10	2,3	2164,3
Егорлыкский	17	0,7	1962,1	4	0,9	8338,8
Заветинский	—	—	—	9	2,1	1846,4
Зерноградский	34	1,5	1562,3	9	2,1	5902,1
Зимовниковский	11	0,5	3284,7	7	1,6	5161,7
Кагальницкий	29	1,2	956,7	8	1,8	3467,9
Каменский	5	0,2	8373,4	11	2,5	3806,1
Кашарский	12	0,5	1946,6	8	1,8	2919,9
Константиновский	13	0,6	2398,5	6	1,4	5196,8
Красносулинский	15	0,6	5023,9	14	3,2	5382,7
Куйбышевский	8	0,3	1732	5	1,2	2771,2
Мартыновский	13	0,6	2644,1	9	2,1	3819,2
Матвеево-Курганский	19	0,8	2135,9	8	1,8	5072,8
Миллеровский	55	2,4	1173,9	13	3	4966,4
Мишютинский	11	0,5	1190,3	4	0,9	3273,3
Морозовский	28	1,2	1368	8	1,8	4788,1
Мясниковский	10	0,4	4677,7	8	1,8	5847,1
Неклиновский	13	0,6	6575,8	20	4,6	4274,3
Обливский	9	0,4	1929,9	5	1,2	3473,8
Октябрьский	32	1,4	2226,5	16	3,7	4452,9
Орловский	11	0,5	3422,7	8	1,8	4706,3
Песчанокопский	13	0,6	2118,2	6	1,4	4589,3
Пролетарский	13	0,6	2622,6	10	2,3	3409,4
Ремонтненский	6	0,3	3011,7	6	1,4	3011,7
Родионово-Несветайский	9	0,4	2469,3	6	1,4	3704
Сальский	59	2,5	1725,2	11	2,5	9253,1
Семикаракорский	13	0,6	3775,2	9	2,1	5453
Советский	4	0,2	1571,3	2	0,5	3142,5
Тарасовский	12	0,5	2353	8	1,8	3529,5
Тацинский	19	0,8	1826,6	8	1,8	4338,1
Усть-Донецкий	14	0,6	2271,8	8	1,8	3975,6
Целинский	13	0,6	2323,5	4	0,9	7551,3
Цимлянский	1	0	33210	5	1,2	6642
Чертковский	16	0,7	2082,6	10	2,3	3332,1
Шолоховский	20	0,9	1279,9	7	1,6	3656,9
<i>Итого</i>	757	32,4	2283,4	364	83,9	4748,8

Источник: рассчитано авторами по данным сайтов «Сбербанк», МФЦ «Мои документы».



Таблица 3

Территориальное распределение банкоматов и пунктов доступа к государственным услугам в сельской местности Ростовской области в 2010-е гг.

Район	Банкоматы «Сбербанка»			Государственные услуги		
	Количество	% от района	Чел. на 1 банкомат	Количество	% от региона	Чел. на 1 МФЦ
Азовский	16	100	6061,9	22	5,1	4408,7
Аксацкий	17	29,8	4095,9	14	3,2	4973,6
Багаевский	17	100	2015,6	3	0,7	11421,7
Белокалитвинский	17	26,2	2605,8	11	2,5	4027,2
Боковский	8	100	1750,5	4	0,9	3501
Верхнедонской	13	100	1371,8	7	1,6	2547,7
Веселовский	14	100	1813,1	2	0,5	12692
Волгодонской	10	100	3351,4	7	1,6	4787,7
Дубовский	0	—	—	10	2,3	2164,3
Егорлыкский	17	100	1962,1	4	0,9	8338,8
Заветинский	0	—	—	9	2,1	1846,4
Зерноградский	7	20,6	4079,7	8	1,8	3569,8
Зимовниковский	11	100	3284,7	7	1,6	5161,7
Кагальницкий	29	100	956,7	8	1,8	3467,9
Каменский	5	100	6710,2	11	2,5	3050,1
Кашарский	12	100	1946,56	8	1,8	2919,9
Константиновский	1	7,7	14021	5	1,2	2804,2
Красносулинский	0	0	—	13	3	2500,8
Куйбышевский	8	100	1732	5	1,2	2771,2
Мартыновский	13	100	2644,1	9	2,1	3819,2
Матвеево-Курганский	19	100	2135,9	8	1,8	5072,8
Миллеровский	9	16,4	3242,1	12	2,8	2431,6
Милютинский	11	100	1190,3	4	0,9	3273,3
Морозовский	2	7,1	6553,5	7	1,6	1872,4
Мясниковский	10	100	4677,7	8	1,8	5847,1
Неклиновский	13	100	6575,8	20	4,6	4274,3
Обливский	9	100	1929,9	5	1,2	3473,8
Октябрьский	17	53,1	3576,8	16	3,7	3800,4
Орловский	11	100	3422,7	8	1,8	4706,3
Песчанокопский	13	100	2118,2	6	1,4	4589,3
Пролетарский	1	7,7	15062	9	2,1	1673,6
Ремонтненский	6	100	3011,7	6	1,4	3011,7
Родионово-Несветайский	9	100	2469,3	6	1,4	3704
Сальский	12	20,3	3680,2	10	2,3	4416,2
Семикаракорский	1	7,7	27047	8	1,8	3380,9
Советский	4	100	1571,3	2	0,5	3142,5
Тарасовский	3	25	9412	8	1,8	3529,5
Тагинский	15	78,9	2313,7	8	1,8	4338,1
Усть-Донецкий	3	21,4	6850,3	8	1,8	2568,9
Целинский	13	100	2323,5	4	0,9	7551,3
Цимлянский	1	100	18682	4	0,9	4670,5
Чертковский	6	37,5	5553,5	10	2,3	3332,1
Шолоховский	20	100	1279,9	7	1,6	3656,9
<i>Итого</i>	423	55,9	3185,3	351	80,9	3838,7

Источник: рассчитано авторами по данным сайтов «Сбербанк», МФЦ «Мои документы».



Центры предоставления государственных услуг населению распределены более равномерно, однако и здесь отражается общая центр-периферийная тенденция: наименьшее количество МФЦ сосредоточено в северо-восточных и южных ареалах региона. Более 11 тыс. чел. приходится на 1 центр в Багаевском районе, свыше 12 тыс. — в Веселовском, однако в большинстве районов количество центров пропорционально населению, а потому колеблется в пределах 3–6 тыс. человек на 1 центр (рис. 2).

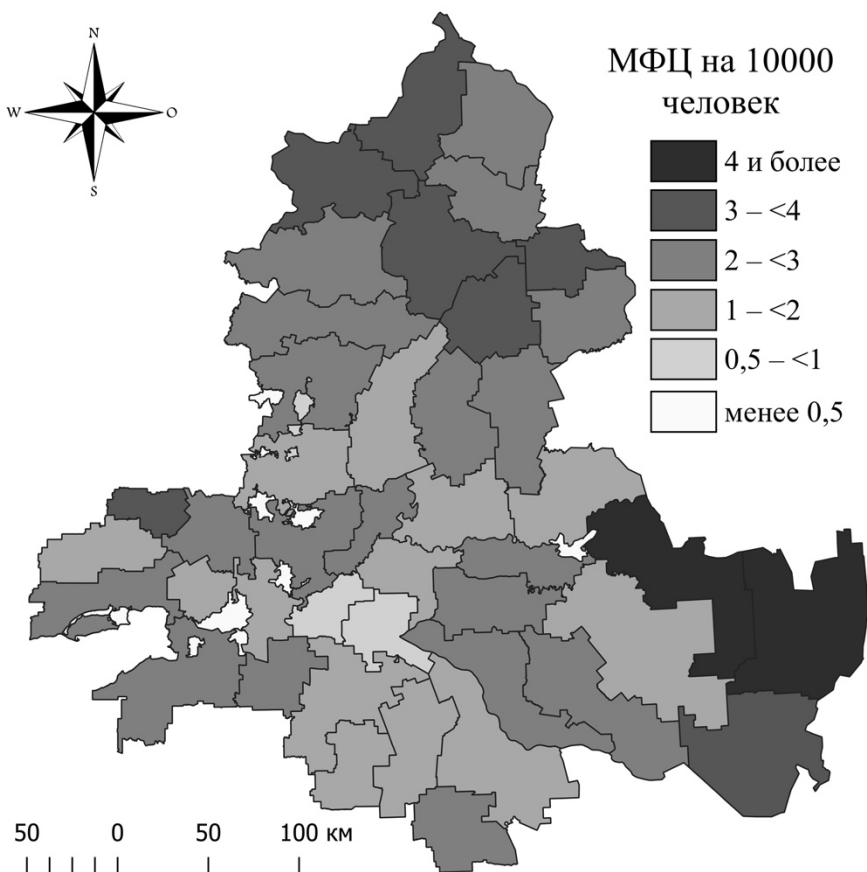


Рис. 2. Территориальное распределение отделений сервиса «Госуслуги» на территории Ростовской области

Источник: разработано авторами.

Анализ данных по охвату 3G и 4G ведущими мобильными операторами России — «МТС», «МегаФон», «Билайн», «Теле2» и «Ростелеком» — показывает, что зоны покрытия всех операторов, а также хотя бы одного из них, охватывая в общей сложности большую часть региона, тем не менее не являются масштабными. Главным образом они выстраиваются вокруг «планировочных осей» Ростовской агломерации и



важных транспортных магистралей, соединяющих основные городские центры и проходящих через регион. Таковы ось «север — юг», проходящая через Ростов-на-Дону, Шахты, Новошахтинск, Донецк, Каменск-Шахтинский и связывающая регион с Воронежской областью и, далее, с федеральным центром; ось «запад — восток», заложенная в агломерационной структуре (Таганрог — Ростов-на-Дону — Новочеркасск) и протянувшаяся вдоль водной артерии — р. Дон — до Волгодонска и Цимлянска, а также ось «центр — юг», следующая по линии Ростов — Батайск и далее в направлении магистралей, связующих Ростовскую область с Краснодарским и Ставропольским краями. Зоны отсутствия 3G и 4G располагаются в северных, северо-восточных и юго-восточных ареалах региона, что маркирует тенденцию периферизации и депопуляции территорий. Однако наряду с наиболее удаленными окраинами значительные по площади зоны отсутствия 3G и 4G имеются и в Тарасовском, Каменском, Тагинском, Константиновском, Пролетарском и Багаевском районах (рис. 3).

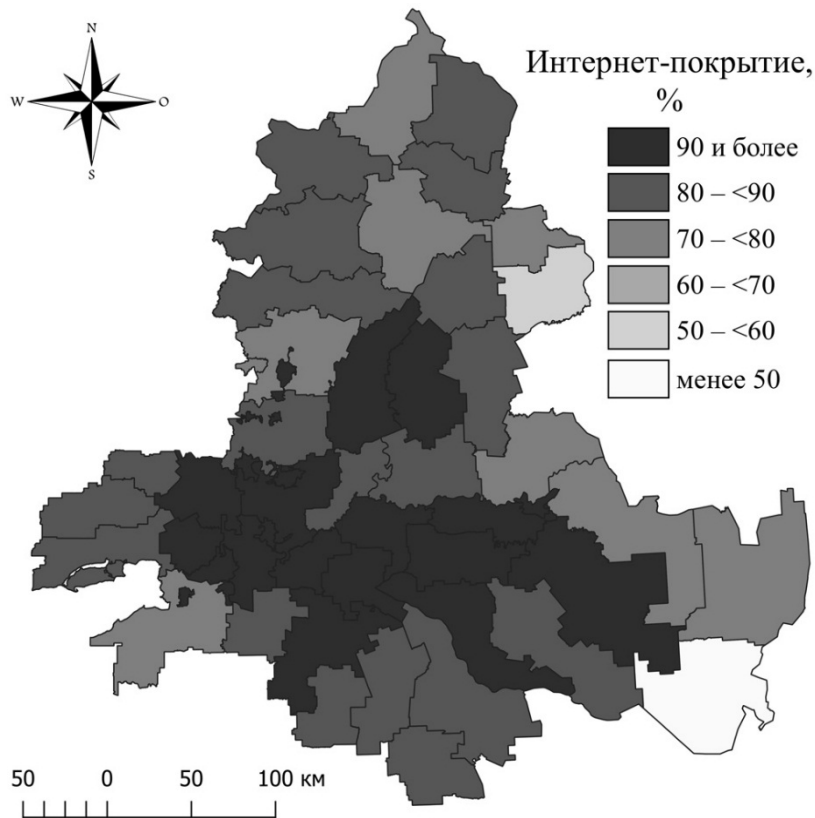


Рис. 3. Зона покрытия мобильного интернета всех операторов на территории Ростовской области

Источник: разработано авторами.



В Ростовской области наиболее распространенным интернет-магазином онлайн-торговли является «Озон», осуществляющий доставку товаров в том числе через различных партнеров и отделения «Почты России». На территории региона располагаются 783 пункта выдачи, среди которых 42,9 % находятся на территории городских округов (из них 251 – в Ростове-на-Дону) и 57,1 % – в муниципальных районах (из них 441 – в сельской местности) (табл. 4).

Таблица 4

Распределение пунктов выдачи товаров интернет-магазина «Озон» на территории муниципальных районов Ростовской области

Район	«Почта России»	Партнеры	«Озон»	Всего
Азовский	5	–	–	5
Аксайский	10	2	5	17
Багаевский	12	–	–	12
Белокалитвинский	10	2	–	12
Боковский	10	–	–	10
Верхнедонской	10	–	–	10
Веселовский	11	–	–	11
Волгодонской	10	–	–	10
Дубовский	8	–	–	8
Егорлыкский	15	–	–	15
Заветинский	8	–	–	8
Зерноградский	11	–	–	11
Зимовниковский	13	–	–	13
Кагальницкий	10	–	–	10
Каменский	11	–	–	11
Кашарский	10	–	–	10
Константиновский	13	–	–	13
Красносулинский	19	–	–	19
Куйбышевский	8	–	–	8
Мартыновский	6	–	–	6
Матвеево-Курганский	9	–	–	9
Миллеровский	6	1	–	7
Милютинский	9	–	–	9
Морозовский	9	1	–	10
Мясниковский	13	–	–	13
Неклиновский	10	–	–	10
Обливский	12	–	–	12
Октябрьский	10	–	–	10
Орловский	7	–	–	7
Песчанокопский	13	–	–	13
Пролетарский	12	–	–	12
Ремонтненский	9	–	–	9
Родионово-Несветайский	10	–	–	10
Сальский	7	1	1	9
Семикаракорский	10	–	–	10
Советский	7	–	–	7
Тарасовский	10	–	–	10



Окончание таблицы 4

Район	«Почта России»	Партнеры	«Озон»	Всего
Тагинский	11	—	—	11
Усть-Донецкий	12	—	—	12
Целинский	9	—	—	9
Цимлянский	9	—	—	9
Чертковский	11	—	—	11
Шолоховский	9	—	—	9

Источник: рассчитано авторами по данным сайта «Озон».

Собственные пункты выдачи товаров «Озон» составляют около трети от общего количества пунктов выдачи в регионе, однако они в большей степени сконцентрированы в городской местности. В муниципальных районах существенно выше процент использования почтовых отделений в качестве пунктов выдачи (рис. 4).

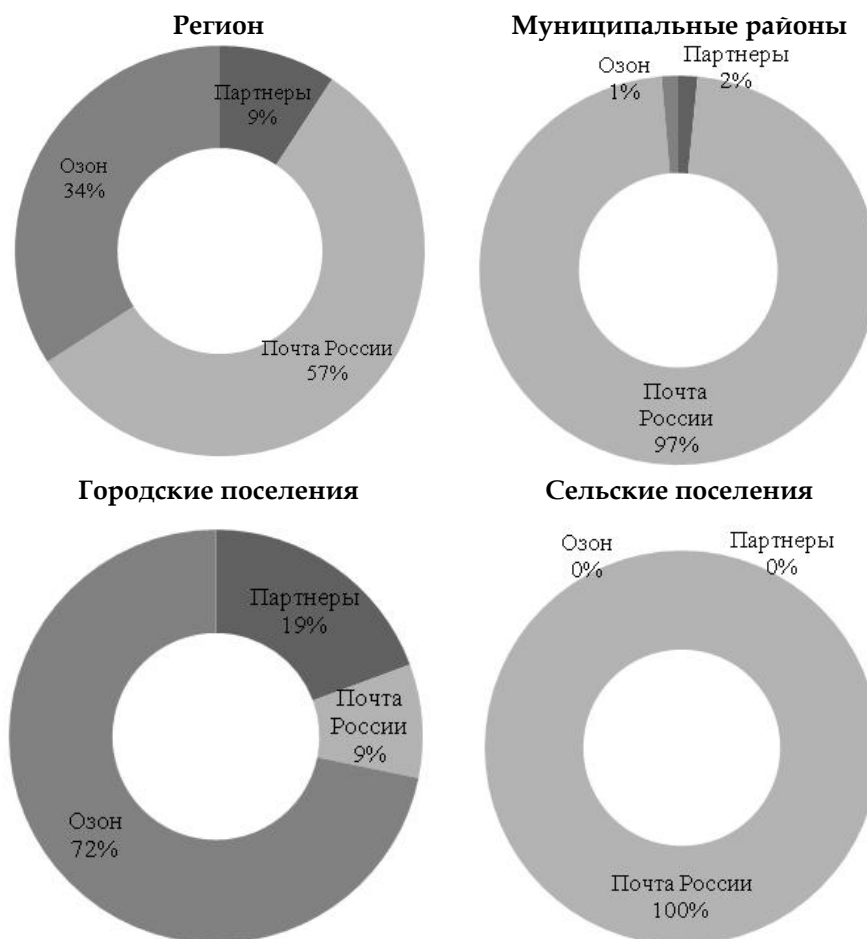


Рис. 4. Распределение пунктов выдачи интернет-заказов «Озон» в Ростовской области

Источник: рассчитано авторами по данным сайта «Озон».



Обслуживание населения пунктами выдачи онлайн-торговли существенно различается для городских и сельских поселений (рис. 4, табл. 5). Если в городах выдача через собственные пункты «Озон» составляет более 70 %, а с использованием партнерских организаций – около 20 %, то в сельских населенных пунктах данные категории полностью отсутствуют и вся выдача товаров осуществляется отделениями «Почты России».

Таблица 5

Распределение пунктов выдачи интернет-заказов по типам муниципалитетов Ростовской области

17

Тип муниципалитета	Население, тыс. чел.	«Почта России»	Партнеры	«Озон»	Всего
Городские поселения	2871,4	33	72	267	372
Сельские поселения	1349	434	7	6	447

Источник: рассчитано авторами по данным сайта «Озон».

С учетом численности населения обеспеченность пунктами выдачи онлайн-торговли оказывается выше в муниципальных районах, однако в городских округах выше обеспеченность специализированными пунктами выдачи. В целом данная тенденция маркирует нерентабельность открытия собственных пунктов выдачи в сельской местности и слабое развитие интернет-торговли, еще не востребованной населением, несмотря на то что заключение соглашений с отделениями «Почты России» способствует достаточной обеспеченности самими возможностями выдачи заказов (табл. 6).

Таблица 6

Число пунктов выдачи товаров на 100 тыс. жителей

Тип муниципалитета	«Почта России»	Партнеры	«Озон»	Всего
Городские округа	1,14926	2,507477	9,298561	12,9553
Муниципальные районы	32,17103	0,518888	0,444761	33,13467

Источник: рассчитано авторами по данным сайта «Озон».

Собственно системой «Озон» оказывается освоено лишь частично пространство Ростовской агломерации (Ростов-на-Дону, Батайск, Аксай, Азов, Таганрог, Шахты, Волгодонск), а за ее пределами – Сальск. Несколько шире распространена сеть партнеров. Наряду с указанными городскими центрами, она охватывает Новочеркасск, Новошахтинск, Донецк, Каменск-Шахтинский, а также Белую Калитву и Миллерово (рис. 5).

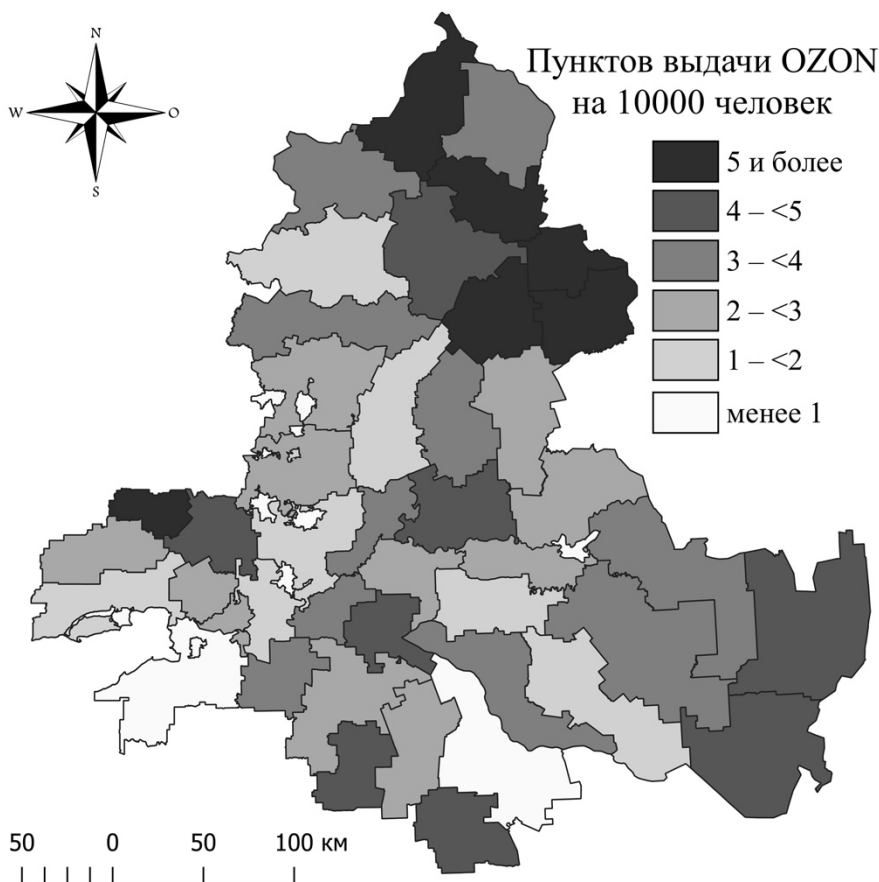


Рис. 5. Распределение пунктов выдачи товаров интернет-магазина «Озон» на территории Ростовской области

Источник: разработано авторами.

Влияние приморского фактора

Благодаря природным и техническим эксплуатационным особенностям, обусловившим важнейшую для региона связь в системе «река – море», объекты морской портовой логистики располагаются не только и не столько непосредственно в приморской зоне, сколько в прибрежной речной. Соответственно, и муниципальные образования, испытывающие на себе прямые и косвенные эффекты талассоаттрактивности, могут быть подразделены на приморские и условно приморские. К приморским (в непосредственном смысле слова) относятся лишь два муниципальных района – Азовский и Неклиновский, а также г. Таганрог. К условно приморским можно отнести г. Ростов-на-Дону, выполняющий функции одного из ключевых морских портов Юга России, г. Азов и Аксайский район, имеющие собственные порто-



вые мощности, а также Мясниковский район, не имеющий собственного выхода к морю, но расположенный в непосредственной близости, прилегая к Неклиновскому району.

В приморской и условно приморской зонах (7 из 43 муниципальных образований) находится более 40 % всех банкоматов региона, при этом большинство (35 %) приходится именно на условно-приморские муниципалитеты. Данное распределение в целом соответствует общим закономерностям талассоаттрактивной концентрации населения (табл. 7). Однако при этом обеспеченность банкоматами в приморской зоне оказывается ниже среднего по региону показателя (1804,4 чел. на 1 банкомат), особенно в сельской местности. Таким образом, тенденция к слабой обеспеченности в сельской местности не только сохраняется в приморской зоне, но и усиливается благодаря повышенной селитебной концентрации населения. В особенности это относится к Азовскому и Неклиновскому районам, где на 1 банкомат приходится более 6 тыс. человек. Аналогично и распределение пунктов выдачи онлайн-торговли: оно соответствует пропорциям населенности приморских и условно приморских ареалов в целом, однако при этом наблюдается дефицит непосредственно в приморской зоне, где на 1 пункт выдачи приходится 12,7 тыс. чел. (при среднерегionalном значении 5,4 тыс. чел.), в том числе в сельской местности 12,9 тыс. чел. при среднем по сельским поселениям значении 3 тыс. чел. на 1 пункт (табл. 7).

Распределение МФЦ не соответствует пропорциям талассоаттрактивности населения, их концентрация в условно-приморской зоне в процентном отношении втрое ниже, нежели доля проживающего в ней населения. При среднерегionalном показателе 9724,5 чел. на 1 филиал условно приморская зона оказывается более загруженной в целом, а в сельской местности наблюдается общерегиональная тенденция к большей обеспеченности услугами МФЦ в сравнении с городскими ареалами, однако и здесь значения в приморских и условно приморских муниципалитетах оказываются выше среднего по сельским населенным пунктам значения 3838,7 чел. на 1 центр (табл. 7).

Приморская зона наряду с основными транспортными артериями региона практически полностью охвачена стандартами 3G и 4G, демонстрируя быстрый рост плотности покрытия за последние 3–5 лет по сравнению с 2015–2016 гг., когда существенную часть приморской зоны не покрывал 4G, а соединение 3G, по данным исследуемых операторов, было слабым.

В Азовском и Неклиновском районах, имеющих выход к Азовскому морю и расположенных соответственно к югу и к северу от Таганрогского залива, интенсификация покрытия цифровым соединением связана с интенсивностью освоения территории дачными поселками и приморскими рекреационными объектами (так, в Неклиновском районе происходит развитие туристско-рекреационной зоны вокруг музея-заповедника «Танаис» с формированием дополнительных объектов инфраструктуры), что в целом подтверждает ранее установленную тенденцию к положительной роли рекреационного сектора в повышении инновационной безопасности территорий [18]. Тем не менее обслуживание банкоматами и онлайн-торговлей в обоих районах не раз-



вито, в том числе в силу традиционного сельского уклада основной части населения, тогда как дачники пользуются подобными услугами преимущественно по месту основного проживания.

Таблица 7

**Талассоаттрактивность населения и распределение банкоматов,
МФЦ и пунктов выдачи онлайн-торговли в приморской
и условно приморской зоне Ростовской области**

Показатель	Приморские	Условно приморские	Всего по приморским и условно приморским
<i>Талассоаттрактивность населения</i>			
Всего населения, чел.	432 324	1 372 512	1 804 836
Доля от населения региона, %	10,2	32,5	42,8
Городское население, чел.	249 848	1 256 104	1 505 952
Доля от городского населения региона, %	8,7	50,4	60,5
Сельское население, чел.	182 476	116 408	298 884
Доля от сельского населения региона, %	13,5	8,6	22,2
<i>Распределение банкоматов</i>			
Количество банкоматов	192	818	1010
Доля от региона, %	8,2	35	43,2
Жителей на 1 банкомат	3 938,7	2 246,1	2 857,4
В том числе в сельских населенных пунктах:			
Количество банкоматов	29	27	56
Доля от числа банкоматов в сельских населенных пунктах, %	6,9	6,4	13,2
Жителей на 1 банкомат	6 313,6	4 377,2	5 257,0
<i>Распределение МФЦ</i>			
Количество МФЦ	48	45	93
Доля от региона, %	11,1 %	10,4 %	21,4 %
Жителей на 1 МФЦ	9 657,3	16 313,7	13 030,7
В том числе в сельских населенных пунктах:			
Количество МФЦ	42	22	64
Доля от числа МФЦ в сельских населенных пунктах, %	12	6,3	18,2
Жителей на 1 МФЦ	4 340,9	5 392,7	4 838,3
<i>Распределение пунктов выдачи онлайн-торговли</i>			
Количество пунктов выдачи	35	284	319
Доля от региона, %	4,5	36,3	40,7
Жителей на 1 пункт выдачи	12 747,7	7 364,7	9 317,0
В том числе в сельских населенных пунктах:			
Количество пунктов выдачи	15	23	38
Доля от числа пунктов выдачи в сельских населенных пунктах, %	3,6	5,6	9,2
Жителей на 1 пункт выдачи	12 877,3	5 005,5	8 028,5

Источник: рассчитано авторами.



В Таганроге, имеющем выход непосредственно к Таганрогскому заливу и располагающем портовыми мощностями, хорошая обеспеченность практически всеми рассматриваемыми инновациями обусловлена не только городским укладом, но и в целом технологической и культурной развитостью города, выполняющего в Ростовской агломерации наряду с Ростовом-на-Дону роль важного технологического и образовательного центра, несмотря на наметившиеся негативные тренды в сокращении численности его населения за последние годы.

Дискуссия и интерпретация результатов

В качестве дальнейших путей развития и совершенствования представленной методики диагностики диффузии инноваций применительно к системе «крупная приморская агломерация – окружающие сельские поселения» можно предложить развитие интегральных эконометрических инструментов, а также сопоставление не только с данными по населению, но и по хозяйствующим субъектам. В первую очередь это относится к субъектам малого и среднего бизнеса, которые, наряду с населением, являются прямыми получателями положительных эффектов от территориального распространения цифровых телекоммуникационных технологий, финансовых сервисов, объектов онлайн-торговли и центров электронного документооборота в рамках системы государственных услуг. Характер и интенсивность влияния диффузии инноваций такого рода на бизнес, а также условия проявления городского и приморского притяжения требуют дополнительной статистической базы для исследования с углублением в муниципальную статистику малых и средних предприятий.

Тем не менее проведенное исследование уже позволяет фиксировать ряд тенденций, потенциально важных для дальнейшего развития городских и сельских поселений в агломерационных системах с полимасштабной центр-периферийной иерархией. В первую очередь речь идет о том, что процессы активного селитебного освоения окраин агломерационного пространства, равно как и приморской зоны (в силу талассоаттрактивности), далеко не всегда сопровождаются пропорциональной диффузией инноваций. Из всех принимаемых во внимание в рамках данного исследования инноваций вслед за уплотнением населения приморских и приагломерационных ареалов в них пришли лишь цифровые телекоммуникационные технологии, наиболее распространенные в бытовом пользовании.

Также важно фиксировать относительную независимость государственных услуг от пропорций численности населения. Если насыщенность территории банкоматами в обоих исследуемых регионах в целом следует за таковыми пропорциями, хотя в итоге обеспеченность в сельской местности оказывается ниже, то сеть МФЦ в большей мере пропорциональна самой системе деления на территориальные единицы районов и поселений, ориентируясь на принцип всеобщей обеспеченности, в результате чего загруженность центров в сельской местности



ниже, чем в городах. Промежуточное положение занимает система интернет-торговли, следующая тому же принципу быть представленной практически во всех территориальных единицах, дублируя сеть отделений «Почты России», но при этом гибко реагируя на рыночную рентабельность содержания собственных пунктов выдачи в городах. Таким образом, процессы диффузии инноваций идут по-разному в зависимости не только от селитебных и территориальных особенностей, но и от характера самих инноваций и движущей силы их распространения — государственной директивы либо частного коммерческого интереса и рентабельности. Коммерческие организации, хотя и ориентированы в краткосрочном периоде на сложившиеся селитебные пропорции, в долгосрочном периоде все же способствуют усилению центр-периферийных диспропорций. Из последнего тезиса следует вывод о необходимости для развития сельских поселений, в том числе с опорой на преимущества приморского расположения, наряду с рыночными механизмами дополнительных специальных программ по наращиванию инновационной инфраструктуры и технологизации пространства с целью повышения его привлекательности для бизнеса и населения.

Одним из дальнейших направлений исследования можно обозначить сопоставление проведенной диагностики инновационной плотности пространства с динамикой качества населения, его возрастной структуры и структуры занятости по муниципальным образованиям. Данное направление позволит выявить дополнительные скрытые ингибиторы и катализаторы диффузии инноваций. Применительно к проведенному исследованию необходимо учитывать и тот факт, что фиксируемая сравнительно высокая обеспеченность населения теми или иными инновационными благами не всегда является следствием реально инновационного вектора развития муниципального образования и присутствия «критической массы» необходимых объектов. Она может быть и следствием депопуляции периферийных районов при сохранении присутствия объектов государственной и банковской инфраструктуры, что в действительности свидетельствует не о позитивных тенденциях, а о глубинном кризисе. Соответственно, наряду с численностью и качеством населения должна учитываться и динамика естественного и миграционного прироста. В особенности это относится к северо-восточным ареалам Ростовской области.

С учетом специфики приморской зоны, имеющей повышенное значение как туристско-рекреационный ареал [19–21], еще одним направлением может стать сопоставление полученных данных с динамикой и территориальной интенсивностью рекреационного освоения пространства и его привлекательностью как для потребителей инноваций, так и для их производителей и посредников в лице инфраструктурных объектов.

Сопоставление с ранее осуществленным «срезом» аналогичных показателей по Ленинградской области [12] позволяет установить, что Ростовская область в сравнении с Ленинградской является менее инновационно насыщенным пространством по среднерегиональным значени-



ям показателей, в особенности по показателям сельских поселений по мере их удаления от центра и других городов Ростовской агломерации. В то же время по отдельным показателям обеспеченность населения в сельской местности выше средних показателей по Ленинградской области, а размах вариации показателей при этом меньше.

Заключение

Результаты исследования свидетельствуют о том, что действие агломерационного и приморского факторов на инновационную безопасность региона и неравномерность ее распределения является не прямым, а опосредованным и во многом зависимым от центр-периферийной структуры региона. Талассоаттрактивность испытывают не инновации как таковые, а население, за которым, включая интенсификацию процессов маятниковой миграции, рекреационного и дачного освоения приморских территорий, следуют стандарты мобильной и интернет-связи (3G и 4G) и, гораздо менее активно, развитие сетей банкоматов и онлайн-торговли. При этом в силу особенностей региона в пользовании системой «река – море» более интенсивно селитебные процессы и обусловленная ими диффузия инноваций протекают в условно приморских ареалах, как городских, так и сельских. В самой приморской зоне диффузия инноваций происходит более активно лишь при синхронном действии урбанистического и агломерационного факторов в г. Таганроге, непосредственно же приморские сельские районы (Азовский и Неклиновский) характеризуются недоиспользованием потенциала приморского положения, что лишь отчасти компенсируется строительством и благоустройством рекреационных и туристических объектов на их территории, которые в перспективе могут стать дополнительными каналами диффузии инноваций.

«Инверсия» обеспеченности банкоматами и МФЦ в городских и сельских ареалах вызванна тем, что распределение многофункциональных центров государственных услуг имеет собственную, нерыночную логику территориального распределения. А потому она отчасти компенсирует усиливающуюся центр-периферийную поляризацию, которая проявляется, с одной стороны, как центростремительность в отношении агломерации как крупного рынка, а с другой – как центробежность и периферизация за счет снижения жизненного уровня, технологического отставания и, как следствие, снижения рентабельности. Широкое покрытие сельской местности интернет-сервисами государственных услуг способствует модернизации сельских зон и постепенной демаргинализации данных территорий. Проникновение этих сервисов существенно улучшает качество жизни населения и открывает дополнительные возможности для жителей сельской местности. Расширение возможностей удаленного доступа к государственным услугам в регионах наряду с омоложением возрастной структуры населения в перспективе может привести к возникновению и развитию новых форм бизнеса в сельской местности. При этом покрытие основной части территории сетями 3G и 4G также может способствовать деловой и инновационной активности.



Как показало исследование, инновационная активность очерчивает границы крупной агломерации и воспроизводит ее территориальные акценты. При этом селитебное, дачное, туристско-рекреационное освоение как приморской зоны, так и агломерационных окрестностей не сочетается с такой же интенсивностью деловых и инновационных процессов. В то же время выявленное пропорциональное соответствие между территориальным распределением населения и инновационной плотностью в уже давно освоенных ареалах дает основания предполагать, что вслед за процессами миграции с естественным временным лагом пройдут и процессы инноватизации новых селитебных центров.

Несмотря на усиление центр-периферийных тенденций, отмечается и потенциал к росту технологической оснащенности сельских ареалов. Однако обозначенный выше лаг не способствует автокатализации процессов роста инновационной насыщенности и привлекательности территории, так как частная инициатива в большей мере ведома краткосрочными ожиданиями. Соответственно, процессы освоения сельских территорий нуждаются в дополнительной инструментальной поддержке инновационной составляющей их развития, в том числе с учетом стратегической значимости и преимуществ приморского положения, потенциал которого во многом остается недоиспользованным.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, грант № 19-010-01083 «Проблемы инновационной безопасности и механизмы кластерного экономического развития приграничных регионов Европейской части России».

Список литературы

1. Коломак Е. А. Неравномерное пространственное развитие в России: объяснения новой экономической географии // Вопросы экономики. 2013. № 2. С. 132–150.
2. Чернова О. А. Проблема сбалансированности внутрирегионального развития в исследованиях центр-периферийных взаимодействий // Региональная экономика: теория и практика. 2016. № 1 (424). С. 4–17.
3. Зубаревич Н. В. Развитие российского пространства: барьеры и возможности региональной политики // Мир новой экономики. 2017. № 2. С. 46–57.
4. Нефедова Т. Г. Поляризация пространства России: ареалы роста и «черные дыры» // Экономическая наука современной России. 2009. № 1 (44). С. 62–77.
5. Кузнецов С. В., Лачининский С. С., Михайлов А. С., Шендрик А. В. Пропульсивные отрасли регионов Западного порубежья России в условиях геополитической турбулентности // Экономика региона. 2019. Т. 15, № 4. С. 1253–1265.
6. Михайлова А. А. Инновационное развитие и экономическая безопасность регионов Западного порубежья России // Национальная безопасность / Nota bene. 2018. № 4 (57). С. 57–72.
7. Анохин А. А., Федоров Г. М. О формировании регионов — международных коридоров развития в Западном порубежье России // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2020. Т. 64, № 4. С. 545–558.
8. Горочная В. В., Михайлов А. С., Михайлова А. А. Инновационная безопасность приграничного региона: динамический подход к теоретической концептуализации, оценке и мониторингу // Вопросы инновационной экономики. 2020. № 1. С. 291–306.



9. *Mikhaylova A.A., Gorochnaya V.V.* Diffusion of innovations in coastal agglomerations of Western Russia: Kaliningrad and Rostov regions' experience // The 13th International Days of Statistics and Economics : Conference Proceedings (September 5–7, 2019, Prague, Czech Republic). Melandrium, 2019. P. 1105–1114.

10. *Бармута К.А.* Совершенствование инфраструктурной поддержки инновационного малого и среднего бизнеса в регионе // Учен. зап. Крмского федерального университета им. В.И. Вернадского. Экономика и управление. 2018. № 4. С. 21–30.

11. *Чернова О.А.* Проблемы формирования инфраструктуры обеспечения инновационного развития депрессивных территорий Ростовской области // Вестник ТГЭУ. 2009. № 2. С. 33–46.

12. *Mikhaylov A.S., Mikhaylova A.A., Lachininskii S.S., Hvalev D.V.* Coastal countryside innovation dynamics in north-western Russia // European Countryside. 2019. T. 11, № 4. С. 541–562.

13. *Земцов С.П., Бабурин В.Л.* Предпринимательские экосистемы в регионах России // Региональные исследования. 2019. № 2(64). С. 4–14.

14. *Михайлов А.С.* Институциональная архитектура территориальных инновационных систем: на пути к локально-адресной региональной политике // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Гуманитарные и общественные науки. 2018. № 3. С. 43–52.

15. *Земцов С.П., Царева Ю.В.* Предпринимательская активность в регионах России: насколько пространственные и временные эффекты детерминируют развитие малого бизнеса // Журнал Новой экономической ассоциации. 2018. № 1(37). С. 145–165.

16. *Земцов С.П., Комаров В.М.* Формирование экономики знаний в регионах России в 1998–2012 гг. // Инновации. 2015. № 10(204). С. 29–36.

17. *Самусенко Д.Н., Лачининский С.С., Михайлова А.А., Сорокин И.С.* Сравнительная оценка инновационной восприимчивости городских и сельских поселений: на примере Ленинградской области // Балтийский регион – регион сотрудничества. Регионы в условиях глобальных изменений : матер. IV междунар. науч.-практ. конф. Калининград, 2020. Т. 4, ч. 2. С. 107–117.

18. *Gorochnaya V.V., Mikhaylov A.S., Plotnikova A.P., Mikhaylova A.A.* Tourism clusters and innovation security: dialectics in the western border regions of Russia // Geojournal of Tourism and Geosites. 2020. Vol. 28, № 1. P. 127–139.

19. *Емельянова Л.Л., Феоктистова К.С.* Приморская ландшафтно-рекреационная зона Калининграда: современный потенциал и перспективы пространственного развития // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. 2019. № 4. С. 42–56.

20. *Гуменюк И.С., Гуменюк Л.Г., Белов Н.С.* «Приморский фактор» в программах пространственного развития муниципальных образований Калининградской области // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. 2019. № 2. С. 5–22.

21. *Вольхин Д.А.* Экономическая кластеризация в приморских зонах Крыма: факторы, локализация и перспективы развития // Научная мысль Кавказа. 2017. № 3(91). С. 12–22.

Об авторах

Василиса Валерьевна Горочная – канд. экон. наук, Южный федеральный университет; науч. сотр., Балтийский федеральный университет, Россия.

E-mail: tunduk@hotmail.com



Андрей Сергеевич Михайлов — канд. геогр. наук, ведущ. науч. сотр., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: andrmikhailov@kantiana.ru

Дмитрий Витальевич Хвале́й — студ., лаборант, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: DKHvalei1@kantiana.ru

The authors

Dr Vasilisa V. Gorochnaya, Southern Federal University; Research Fellow, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: tunduk@hotmail.com

Dr Andrey S. Mikhaylov, Leading Research Fellow, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: andrmikhailov@kantiana.ru

Dmitry V. Hvaley, Student, Research Assistant, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: DKHvalei1@kantiana.ru

А. В. Левченков

ПРАКТИКА УПРАВЛЕНИЯ АГЛОМЕРАЦИОННЫМИ ОБРАЗОВАНИЯМИ ЗА РУБЕЖОМ

Практика управления крупными городскими агломерациями в статусе метрополитенских ареалов в современных российских условиях представлена в недостаточной степени. Документы территориального планирования в отношении агломераций, как правило, не отражают реалии и отношения внутри данных образований, которые де-факто существуют давно. Кроме того, опыт управления такого рода формами расселения накоплен за рубежом, где регулярно происходит активная реорганизация системы управления, изменяются парадигмы и принципы разработки документов территориального планирования крупных городских агломераций, совершенствуется законодательная база. Статья направлена на изучение вопросов теории и практики институционального управления агломерациями за рубежом и предлагает конкретные рекомендации для российских условий.

27

The practice of managing large urban agglomerations in the status of metropolitan areas is underrepresented in modern Russian conditions. Spatial planning documents concerning agglomerations usually do not reflect the realities and relations within these formations, which have de facto existed for a long time. Moreover, the experience in managing such forms of settlement is accumulated abroad, where the management system is actively being reorganized, the paradigms and principles of spatial planning documents for large urban agglomerations are changing, and the legislative framework is improving. The article aims to study the theory and practice of institutional management of agglomerations abroad and offers specific recommendations for Russian environment.

Ключевые слова: метрополитенские ареалы, агломерации, территориальное планирование, стратегии управления.

Keywords: metropolitan areas, agglomerations, territorial planning, management strategies.

Актуальность, цель и методика исследования

Проблематикой развития городских агломераций наряду с профессиональными управленцами занимаются географы, урбанисты, экономисты, градостроители, которые исследуют не только данные территориальные образования, но и, что особенно важно, вопросы управления урбанизированным расселением [1]. Как известно, активное развитие агломераций началось во второй половине XX в. и связано с качественными проявлениями урбанизации, а именно с влиянием крупных городов на близлежащую территорию, постепенным их подчинением, срастанием, «спеканием» с близлежащими населенными пунктами пу-



тем активного развития всех видов городской экономики и инфраструктуры. Ученые выделяют ряд факторов в развитии агломераций: расширение границ за счет роста «ядра» агломерации; необходимость разработки и принятия законодательной базы функционирования агломерации; достаточное количество социальных и общественных объектов для полноценного функционирования, а также транспортные связи рабочей силы [2]. Их дальнейшее развитие ведет к формированию морфологически более сложных форм, таких как урбанизированные районы и метрополитенские ареалы.

Рассматривая агломерационные образования как точки роста, начиная с 1970–1980-х гг. за рубежом стали проводить реформы в отношении метрополитенских ареалов, призванные учитывать экономические, административные и правовые факторы. Важной составляющей реформ стал вопрос эффективности управления крупными городскими агломерациями. В российских же условиях механизмы управления метрополиями не представлены до сих пор. В отсутствие очерченных на федеральном уровне инструментов регионы сами разрабатывают доступные им формы управления агломерациями. По оценкам экспертов [3], помимо Москвы и Московской области, Санкт-Петербурга и Ленинградской области, в тридцати двух субъектах России на региональном и муниципальном уровне присутствуют те или иные документы, регламентирующие развитие агломераций.

Целью данного исследования является анализ лучших практик и механизмов управления европейскими агломерациями, а также предложение некоторых конкретных, на наш взгляд, мер по использованию их в российских институциональных условиях.

Основным методом исследования стал анализ документов пространственного планирования, законодательных и правовых актов в сфере градостроительства в отношении крупных агломерационных объединений. Сравнительный анализ применяемых моделей управления позволил дифференцировать и выбрать лучшие практики применительно к российским управленческо-правовым условиям.

Полученные результаты

Ведущие европейские страны в рамках программ пространственного планирования накопили более чем 50-летний опыт институционализации агломераций как управляемых урбанизированных систем [4]. Каждая страна исходя из своих исторических и политических условий выбирает одну из двух моделей управления агломерациями. Первая модель предполагает высокий уровень проработки договорных отношений между входящими в состав агломераций муниципалитетами, но исключает создание дополнительных институтов управления. Вторая, так называемая двухуровневая, ведет к формированию особого уровня и органа управления, которому муниципалитеты передают часть своих полномочий [5].



Анализируя накопившийся за рубежом опыт управления развитием агломераций, российские ученые видят достоинства и недостатки как в первой, так и во второй модели. Среди преимуществ первой модели, по мнению А. Н. Девятова [6], гибкая система управления, равновесие муниципальных образований, среди недостатков – низкая скорость реализации управленческих решений, проблемы межличностных отношений управленцев, сложности софинансирования межмуниципальных проектов, смещение приоритетов в сторону городов-ядер.

Вторая модель выигрывает единым подходом к развитию агломерации, скоростью реализации управленческих решений. При этом опасность заключается в низкой гибкости управления, отрыве власти от населения, потере муниципальными образованиями самостоятельности. Для Ростовской агломерации Д. Г. Иванова рекомендует использовать модель управления, при которой часть функций передается городской агломерации, а часть продолжают выполнять муниципальные образования «низового» уровня, – так называемый интегрированный вариант первой и второй модели. По мнению исследователя, это обеспечит самостоятельность муниципальных образований, согласованность приоритетов развития агломерации с государством и регионом, сформирует единый финансовый центр [7].

В данной работе подробно рассмотрен пример управленческих практик, которые сложились в ряде европейских стран, отвечающих российским реалиям.

Считается, что институциональный механизм управления городскими агломерациями в **Соединенном королевстве** связан с реформой административно-территориального деления 1974 г. (Local Government Act 1972), когда среди прочих были выделены особые единицы – метрополитенские графства (*metropolitan counties*) с делением на метрополитенские округа (*metropolitan districts*). Правда, еще до этого, в 1965 г. было создано особое административное образование Большой Лондон (London Government Act 1963), границы которого не совпадали с границами агломерации¹. Однако столичный регион представляет собой некоторое исключение, поэтому состояние институциональных элементов управления метрополитенскими ареалами рассмотрим на примере Большого Манчестера – третьей по размерам (после Большого Лондона и Западного Мидленда) агломерации Англии, второй по размерам застроенной или городской территории (630,3 км²)². Согласно

¹ Управление Лондоном осуществлялось тогда на двух уровнях: на уровне региона – администрацией Большого Лондона и на уровне районов (боро) – 33 муниципалитетами. Нынешняя форма управления – Администрация Большого Лондона (Greater London Authority – GLA) – была создана в 2000 г. вместо упраздненного в 1986 г. Совета Большого Лондона (в 1986–2000 гг. 32 района и Сити управляли городом без централизованной власти).

² Национальное бюро статистики Великобритании использует два равных по значению термина: застроенная территория (*built-up area*) и городская территория (*urban area*).



новому устройству, за управление в 1974–1986 гг. отвечал Совет графства Большой Манчестер (Greater Manchester County Council – GMCC), хотя в несколько ограниченном размере, а именно только за общественный транспорт, планирование, коммунальное хозяйство и т.п. Однако политическая борьба консервативного правительства с преимущественно лейбористскими метрополитенскими советами привела к очередной реформе муниципального управления в 1985 г. с упразднением последних. Функции советов были переданы на один уровень вниз – муниципальным округам. Вместо совета была учреждена Ассоциация муниципалитетов Большого Манчестера (Association of Greater Manchester Authorities – AGMA) как координирующий орган в области экономического развития, жилищного строительства и планирования.

Со сменой правительства и изменением законодательства – принятием Закона о местном самоуправлении (Local Government Act 2000) и Закона о местной демократии, экономическом развитии и строительстве (Local Democracy, Economic Development and Construction Act 2009) – появилась возможность усиления роли граждан в самоуправлении. Первый закон облегчал для начала добровольное объединение двух и более коммунальных структур в так называемые совместные органы власти (*combined authorities*). Последние получили возможность посредством указов правительства перенимать различные полномочия, передаваемые центральной властью. Объемы полномочий, особенно создания отдельных администраций в каждом отдельном случае индивидуально обговаривались центральным правительством и коммунальными властями при заключении договоров о передаче полномочий (*devolution deals*). Передаваемые компетенции поначалу охватывали лишь сферы экономического развития, градостроительства и транспортом. Одновременно государство оставило за собой контроль за расходованием средств, что ограничивало финансовые возможности муниципальных акторов [8].

Первым из восьми функционирующих сегодня за пределами Лондона метрополитенских ареалов стала в 2011 г. Объединенная администрация Большого Манчестера (Greater Manchester Combined Authority – GMCA)³. Была разработана стратегия на 2013–2020 гг. «Сильнее вместе», обозначившая направления полномочий в отношении общественного транспорта, жилья, регенерации, управления отходами, снижения использования ископаемых энергоносителей и планирования.

Городская агломерация Большого Манчестера (Greater Manchester Statutory City Region), включившая 10 метрополитенских округов

³ За ней в 2014 г. последовали администрации городских регионов Шеффилда, Ливерпуля, Северо-Востока и Западного Йоркшира.



Большого Манчестера и 5 соседних⁴, воспользовалась возможностью заключения соглашений одной из первых. Соглашение (*City Deal*) было заключено в июле 2012 г. в первой волне⁵. В вопросах управления метрополитенским ареалом данное соглашение включает в себя полномочия высшего уровня, как, например, возможность пополнения бюджета за счет реализации инфраструктурных проектов, активное привлечение средств центрального правительства и фондов ЕС, привлечение инвестиций в жилищное строительство, решение проблем рынка труда путем развития новых профессиональных навыков и ученичества. Кроме того, в соглашении упоминается и экологическая проблематика (контроль выбросов углеводородов).

Однако критические голоса требовали «радикальной» передачи полномочий, чтобы форсировать экономическое развитие на коммунальном уровне, что и произошло с принятием Закона о передаче полномочий в отношении городов и местных органов власти (*Cities and Local Government Devolution Act 2016*). Данный акт расширил области компетенций совместных органов власти, сняв ограничения путем принятия дополнительного соглашения, дававшего муниципалитетам возможность выбора тех компетенций, под которые они могли испрашивать финансирование [9]. Кроме того, Закон 2016 г. предусматривал для межмуниципальных объединений введение выборной должности мэра в качестве единоличного основного партнера на переговорах с центральным правительством и ответственного за передаваемые совместным органам власти полномочия⁶.

На сегодняшний день уже заключено 26 такого рода «городских соглашений» в Англии, 4 в Шотландии и 1 в Уэльсе [10].

Во **Франции** законодательные и нормативные акты в отношении метрополитенских ареалов впервые появляются в декретах французского правительства о децентрализации с начала 1980-х гг. В 1999 г. был принят так называемый закон Шевенмана (*Loi № 99-586 relative au renforcement et à la simplification de la coopération intercommunale*), сформировавший основы для создания такого рода объединений и определивший три типа новых межкоммунальных объединений: коммунальные (*communauté de communes*), агломерационные (*communauté d'agglomération*) и урбанизированные сообщества (*communauté urbaine*). Администрированием занимаются специальные органы – государственные учреждения межмуниципального сотрудничества (*établissement public de coopération intercommunale – EPCI*).

⁴ Округа Вейл-Ройал, Уоррингтон, Макклсфилд, Конглтон (графство Чешир) и округ Хай-Пик из графства Дербишир.

⁵ В первую волну «городских соглашений» с декабря 2011 г. по июль 2012 г. вошли так называемые основные города (*core cities*): Бирмингем, Бристоль, Лидс, Ливерпуль, Манчестер, Ньюкасл, Ноттингем и Шеффилд.

⁶ Выборы мэра Большого Манчестера как главы GMCA состоялись 4 мая 2017 г.



Первый тип таких органов имеет собственную налогооблагаемую базу. Метрополитенские ареалы (14 единиц), урбанизированные территории (15), агломерационные (219) и коммунальные сообщества (1018) являются так называемыми проектными учреждениями, то есть они имеют наряду с обязательными дополнительные полномочия, возложенные на муниципалитеты в рамках «территориального проекта» (*projet de territoire*). Другой тип представляют ЕРСІ без собственной базы налогообложения, обычно называемые «межмуниципальным синдикатом» (*syndicat intercommunal*), создаваемые специально для осуществления определенных полномочий, то есть представляющие собой чисто «технические» учреждения.

В настоящее время в подобных объединениях состоит большинство коммун, поскольку это позволяет обеспечить реагирование на современные вызовы управления такого рода объединениями, лучшую организацию жизнедеятельности, развитие агломерации. В компетенции объединений входят такие вопросы, как улучшение распределения социального жилья; обеспечение развития общих транспортных сетей; создание градостроительной схемы коммерческих объектов, проектов благоустройства территории и градостроительства; оптимизация ведения общественного хозяйства и управления водными ресурсами и т. д. За последние годы эти образования пользуются все большей популярностью и в стране не осталось больших агломераций, не состоящих в той или иной форме объединения [11].

Согласно планам территориальной реформы 2010 г., в ключе дальнейшей реорганизации и оптимизации институционального управления предполагалось создание департаментов-регионов и межкоммунальных объединений. В отношении метрополитенских ареалов в 2014 г. был принят отдельный Закон о модернизации территориального управления и усилении метрополий (*Loi de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles* – МАПТАМ), по которому предусматривалось образование метрополитенских регионов из городских сообществ (*communauté urbaine* – СUB). Закон отменил добровольный принцип образования ЕРСІ с населением более 400 тыс. человек в урбанизированном ареале. Все объединения с населением свыше 650 тыс. жителей были автоматически преобразованы в течение 2015–2016 гг. в новую организационную форму. Всего было образовано 22 метрополии (рис.), которые на национальном уровне представлены двумя ассоциациями: Урбанистской Францией (*France urbaine*) и Ассамблеей сообществ Франции (*Assemblée des communautés de France*)⁷.

⁷ Основана в 1989 г., членами ассоциации являются более 1000 межмуниципальных объединений из 1258 имеющихся в стране.

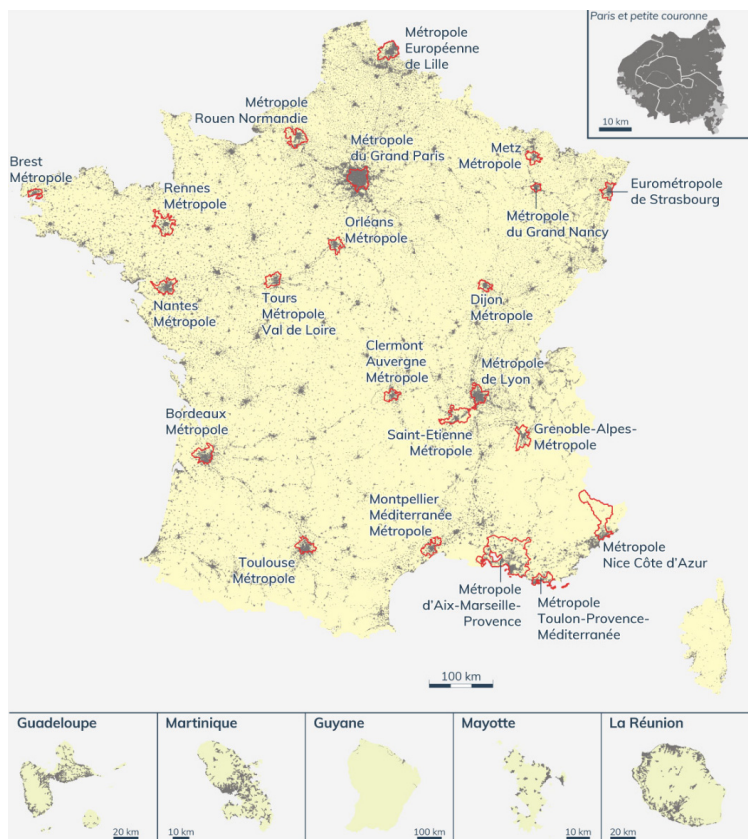


Рис. Урбанизированные зоны во Франции и границы 22 метрополий, 2017 г.

Источник: *Urbanisation et métropoles en France*. URL: <https://www.vie-publique.fr/carte/271110-urbanisation-et-metropoles-en-france> (дата обращения: 18.10.2020).

На уровень метрополитенских образований были переданы практически все значимые полномочия коммун в сфере планирования, экономического, социального и культурного развития: жилищное строительство, туризм, инвестиционная деятельность, образование, коммунальные службы, в том числе общественный транспорт, охрана окружающей среды, городская среда и т.п. В области территориального планирования метрополия отвечает за разработку всех соответствующих документов. Непосредственно за отдельные городские территории отвечают местные городские планы (*plan de déplacements urbains – PLU*)⁸.

Основным планировочным инструментом для межкоммунальных объединений является *Схема территориального соответствия* (*Schéma de cohérence territoriale – SCOT*), которая включает в себя три части:

1. Отчет, включающий в себя прогноз, т. е. анализ развития территории за сравнительно небольшой период времени по всем составляю-

⁸ Документ землепользования, разрабатываемый не коммуной, а частным бюро. Должен быть согласован с другими специальными планами и программами: транспортным планом (*Plan de déplacements urbains*), жилищной программой (*Programme local de l'habitat*) и т.д.



щим (географические, экономические, социальные, культурные, имущественные и др.), позволяющий раскрыть ее сильные и слабые стороны, учесть потребность в развитии и благоустройстве территории, защите окружающей среды, проблемы неоднородности общества в сфере жилищного строительства, потребность в создании транспортных сетей, предоставлении услуг, расширении коммунального хозяйства и т.д.; анализ первоначального состояния окружающей среды; список предсказуемых последствий воплощения схемы территориального соответствия для окружающей среды.

2. Проект стабильного развития и благоустройства территории — совместный проект коммун по благоустройству и защите окружающей среды, в котором отражены следующие стратегические цели развития коммун: обеспечение социального равновесия в сфере жилья и социального строительства, достижение гармонии между ростом города и обеспеченностью общественным транспортом, районирование коммерческих и ремесленных учреждений, защита ландшафтов, предотвращение природных катастроф и т.п.

3. Общие установки — документ, в котором более детально отражаются направления благоустройства территории, позволяющие осуществить проект стабильного развития. Речь идет об обеспечении гармонии в таких сферах, как урбанизация и защита сельской местности и природных зон, социальное жилищное строительство, миграция населения, окружающая среда, размещение коммерческих объектов и т.д.

В **Германии** теория и практика пространственной организации различает понятия «метрополитенский регион» (*Metropolregion*) и «агломерация». Термин «европейские метрополитенские регионы» (EMR) был введен в 1995 г. на Конференции министров по пространственному планированию (*Ministerkonferenz für Raumordnung — MKRO*) как обозначение «пространственных и функциональных центров, исходящие функции которых в международном масштабе выходят за пределы национальных границ» [12]. Их функция — «поддерживать эффективность и конкурентоспособность Германии и Европы и содействовать ускорению процесса европейской интеграции» [13].

В отличие от агломерации, которая в классическом виде состоит из центра и периферийной зоны, метрополитенские ареалы⁹ охватывают большую по площади территорию, включая сельскую местность, региональные обер-центры которых тесно связаны между собой экономическими отношениями либо маятниковой миграцией рабочей силы. Крупные города вне метрополитенских ареалов с населением от 100 до 300 тыс. жителей выделяются в группу региональных городов¹⁰ (центров). В таких случаях их зона влияния формирует ареал регионального города (*Regiopolregion*) при наличии определенных признаков, таких как развитая инфраструктура и хорошая доступность через него как

⁹ В 11 метрополитенских ареалах Германии проживает около 54 % населения, территория охватывает 50 % страны.

¹⁰ Термин *Regiopolen* происходит от понятий *regio* — регион и *polis* — город.



связующий пункт между метрополиями¹¹, значительная экономическая роль, наличие «глобального игрока» и «скрытого чемпиона» (*Hidden Champions*), инновационный потенциал и наличие высшего учебного заведения¹².

Одной из первых в 2006 г. была образована региональная городская агломерация Росток (критериями включения муниципалитетов стали рост населения, уровень маятниковой трудовой миграции и т.д.). Область сотрудничества муниципалитетов в рамках агломерации – жилищное строительство, промышленность, розничная торговля, общественные пространства, велосипедная инфраструктура, школы. С марта 2019 г. управляющей организацией является Планировочный союз Росток (*Planungsverband Rostock*).

На федеральном уровне концепция региональных городов и их ареалов нашла свое отражение в итоговом докладе трехсторонней комиссии «Наш план для Германии – достойные условия жизни везде» в 2019 г.¹³ В нем было подчеркнуто значение региональных городов для сельско-городского партнерства в сельской местности. Одновременно федеральное правительство поддержало развитие контактов между городами.

Метрополитенские регионы в Германии не равнозначны по территориальной структуре, величине, своему значению и в международном сравнении сравнительно слабо заселены¹⁴. Они не являются самостоятельными управленческими единицами и не имеют каких-либо отдельных органов управления в надстройке, рассматриваются больше как политическая категория, один из факторов при разработке документов планирования, призванных определить их место и роль на национальном и континентальном уровнях¹⁵. Можно сказать, что это новый взгляд на агломерации как на регионы, имеющие возможность координации развития на политическом уровне, привлечения различных акторов, мобилизации существующих, но до этого момента сильно разрозненных ресурсов.

Надо отметить, что воплощение планов создания метрополий в Германии до настоящего момента имело различные результаты с уче-

¹¹ Для рассматриваемого ниже региона Росток такого рода метрополиями являются Берлин, Гамбург, Копенгаген/Мальмё и Щецин.

¹² *Regiopolregion Rostock* : [офиц. сайт]. URL: <https://www.regiopolregion-rostock.de/ueber-uns/regiopol-konzept/> (дата обращения: 18.10.2020).

¹³ *Unser Plan für Deutschland*. URL: <https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/pressemitteilungen/DE/2019/07/20190710-kom-gleichw-LV-DEU-atlas.html> (дата обращения: 18.10.2020).

¹⁴ Рейн-Рур, Берлин/Бранденбург, Мюнхен, Рейн-Майн, Штуттгарт, Гамбург, Ганновер-Брауншвайг-Гёттинген-Вольфсбург, Нюрнберг, Северо-Запад, Центрально-Германский, Рейн-Некар. Одновременно Дрезден с населением 550 тыс. жителей не относится ни к одной метрополии [12].

¹⁵ Разработка документов пространственного планирования в Германии – прерогатива федеральных земель, федеральное правительство может только предлагать или разрабатывать рамочные условия, реагируя на внешние вызовы.



том развитого федеративного устройства и самосознания отдельных земель, а также того, что некоторые метрополитенские регионы выходят за границы федеральных земель. Практически идеальным вариантом сотрудничества считается принятый в июле 2019 г. План пространственного развития столичного региона Берлин-Бранденбург (Landesentwicklungsplan Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg – LEP HR), хотя он отчасти и нарушает принятую практику и традицию¹⁶.

Несмотря на то что в Германии нет специально выделенных метрополитенских или агломерационных территорий как административно-территориальных единиц, контроль над подобными образованиями осуществляется благодаря развитому инструментарию и хорошо функционирующей системе планирования, а также постоянной государственной поддержке [13]. Дополнительным фактором понимания проходящих в агломерациях процессов является наличие доступного и реального статистического материала, разработанного и постоянно обновляемого методического аппарата, достаточного количества исследовательских учреждений.

С другой стороны, практика показала, что в полицентричных регионах, таких как Рейн-Рур, заставить города кооперироваться особенно трудно, в то время как в моноцентричных метрополитенских регионах их единственный центр со своим политико-административным ресурсом принимает на себя, как правило, активную роль, что зачастую приводит к его доминированию над прилегающей территорией. Поэтому считается, что доминирующую роль в таких случаях должны играть или надрегиональный государственный орган или, что лучше, коммунально-политическая управленческая группа (например, конференция глав муниципалитетов).

Примечательным примером планирования развития агломераций в Дании является регион Большого Копенгагена. Начиная с первого плана 1947 г.¹⁷, который носил рекомендательный характер и не имел обязательной юридической силы, все последующие планы по развитию инфраструктуры в регионе своей главной задачей ставили сдерживание роста агломерации и сохранение зеленых территорий. Городское развитие столичной области Копенгагена предлагалось направить вдоль пяти пригородных железных дорог, обеспечивающих связь между пригородными жилыми районами и рабочими местами в центре города, в то время как территория между ними оставалась бы незастроенной, образуя так называемые зеленые клинья (*green wedges*)¹⁸.

¹⁶ *Gemeinsame Landesplanung Berlin-Brandenburg*. URL: <https://gl.berlin-brandenburg.de/landesplanung/landesentwicklungsplan-berlin-brandenburg-398167.php> (дата обращения: 18.10.2020).

¹⁷ *Skitseforslag til Egnspan for Storkøbenhavn*. København, 1947. URL: <https://www.byplanlab.dk/sites/default/files2/FINGERPL.%20Skitseforslag.pdf> (дата обращения: 18.10.2020).

¹⁸ Планировочный рисунок агломерации напоминает ладонь с растопыренными пальцами и поэтому получил название *Fingerplan* (дат. finger «палец»). В 1974 г. Совет предложил создание в регионе третьего зеленого кольца,



Управление и планирование столичного региона за послевоенный период прошло несколько стадий. Последняя реформа национального планирования, проведенная в 2007 г., установила следующую структуру столичной агломерации¹⁹: коммуна Копенгаген, состоящая из 10 районов, три коммуны, объединенные в так называемую столицу (Hovedstaden), и управленческий «столичный регион». Юридически агломерация Большого Копенгагена (Storkøbenhavn) не оформлена. В соответствии с разработанным Министерством окружающей среды руководством (*Fingerplan 2007*)²⁰ сама область агломерации поделена на четыре географических части: основной городской район (*core urban region*), периферийный городской район («пальцы»), (*peripheral urban region*), зеленые клинья²¹ и остальная территория (*other Greater Copenhagen*). Для муниципального планирования во всех четырех частях применяются специальные правила, однако ведущим выступает принцип городского развития и регенерации, локация городских функций в пределах существующей городской зоны с учетом возможностей для укрепления общественного транспорта и зон вокруг транспортных хабов и станций. Зеленые территории вклиниваются между застроенными территориями, имеют жесткое зонирование и зарезервированы для общедоступных рекреационных целей [17]. В то же время при планировании и реализации новых проектов, всегда предусмотрено создание новых зеленых зон [18]. В четвертом зеленом кольце новое строительство вообще не предполагается. Важным для всех частей является планирование развития транспортной инфраструктуры с долгосрочным резервированием транспортных коридоров.

Пример Дании показывает, что рамки планирования агломерации здесь более строгие, с четким распределением компетенций по уровням планирования, с упором на коммуны, которые несут главную ответственность за общее пространственное планирование. Планирование на национальном уровне учитывает государственные интересы и может наложить вето на местные планы. В региональных планах развития (RUP) в качестве основных стратегических тем рассматриваются инфраструктура столичного региона, образование, природа и окружающая среда.

состоящего из существующих озер, двух речных долин (Mølleådalен и Vejleådalен) и ландшафтов вокруг Копенгагена, в качестве дополнения к внутреннему городскому кольцу с внутренними озерами (søerne) и второму кольцу, включающему Вестволден [14].

¹⁹ Несмотря на то что в 1970-х гг. в Дании было создано технически сложное интеграционное региональное планирование, оно было заменено в ходе территориальной реформы 2007 г. преимущественно стратегически ориентированными планами регионального развития. С этого момента пространственный контроль в основном осуществляется муниципалитетами [15].

²⁰ *The Finger Plan. A Strategy for the Development of the Greater Copenhagen Area.* Ministry of the Environment Denmark. Copenhagen, 2015. URL: https://danish-businessauthority.dk/sites/default/files/fp-eng_31_13052015.pdf (дата обращения: 18.10.2020).

²¹ Подробнее об этой модели зеленых насаждений см.: [16].



Система пространственного планирования **Швеции** имеет два уровня управления: провинции и коммуны. Последним предоставлен значительный контроль над планированием землепользования. Закон о планировании и строительстве гласит: «Планирование земле- и водопользования является муниципальным делом»²². Как и во многих других случаях, Стокгольмская агломерация (*urban area, Stockholms tätort*) не выделена в отдельную управленческую единицу и административно включает в себя две коммуны полностью и части девяти коммун в лене Стокгольм. С 2005 г. Статистическое управление Швеции (SCB) выделяет метрополитенский ареал «Большой Стокгольм» (*Storstockholm*), который включает лен Стокгольм полностью в его административных границах и имеет особый статус в системе пространственного планирования [19].

Первый региональный план для Стокгольмского региона был принят в 1958 г. Действующий План регионального развития Стокгольмского региона 2010 г. (*Regional utvecklingsplan för Stockholmsregionen – RUFSS 2010*) рассчитан на период до 2030 г.²³ Структура расселения агломерации в форме звезды имеет сильное региональное ядро и исходящие от него связующие оси. Для решения проблемы моноцентричности предполагается структурное развитие за пределами регионального ядра в семи региональных основных областях, в том числе в областях вдоль осей. Руководящим принципом здесь является высокая транспортная и энергоэффективность, подчеркивающая классические ценности европейского города (плотность и разнообразие застройки, общественные пространства и зеленые зоны в городе) [20]. Кроме этого, планируется создание модели полицентрического пространственного развития с определением региональных центров роста различного уровня и значения (*regional core, outer core*). RUFSS 2010 понимается как самим регионом, так и муниципалитетами и другими заинтересованными сторонами как план контроля за развитием и стратегический инструмент развития региона.

Как мы видим из рассмотренных примеров, агломерация, как правило, понимается как отдельная планировочная единица с закрепленными на государственном уровне правилами межмуниципального сотрудничества и совместного планирования. Выделять агломерацию в отдельное территориальное образование с четкими границами нет необходимости. Напротив, важно иметь в первую очередь четкое понимание объективного существования и постоянного развития агломерационных процессов.

²² *Plan- och Bygglagen* (Swedish Planning and Building Act) : SFS 2010:900 / Swedish Government. Stockholm, 2010. URL: <http://www.notisum.se/rnp/document/?id=20100900> (дата обращения: 18.10.2020).

²³ *Regional utvecklingsplan för Stockholmsregionen – RUFSS 2010* / Regionplan och trafikkontoret. Stockholm, 2010. URL: <http://www.rufs.se/publikationer/20102/hela-rufs-2010/> (дата обращения: 18.10.2020).



Выводы и рекомендации

Задачи и проблемы планирования растущих агломераций за рубежом и в России в целом схожи. Приведенный в статье опыт может быть применим в условиях поиска институциональных инструментов для российских агломераций. Это реформирование системы и принципов планирования, поиск оптимальных вариантов исходя из общей ситуации, четкое зонирование, ясные цели с упором на транспортную сеть, управление развитием через муниципальное сотрудничество под надзором государства, совместная разработка документов планирования. Необходимо решить, какой уровень и какие органы ответственны за планирование [21], имеют ли они для этого возможности и средства.

Можно предположить, что предпочтительным путем развития администрирования агломераций в российских условиях является пример выделения агломераций как отдельных управленческих территорий с отдельными же органами управления. Данный пример, однако, хорошо работает при уже сложившемся институциональном каркасе распределения полномочий и, что самое главное, финансовых потоков. Такие условия позволяют решать вопросы развития агломерации на межмуниципальном уровне, где участники (чаще всего, но не всегда) выступают партнерами.

В Германии, Швеции и Дании агломерации не выделяются как отдельные управленческие единицы, но как планировочные они существуют очень давно, что позволяет соблюдать преемственность принимаемых планировочных решений, сочетая ее с обязательностью их выполнения, обеспечиваемой законодательно. Исходя из этого можно предположить, что до принятия в России закона об агломерациях, который определит нормативно их статус, необходимо усиливать именно взаимодействие муниципалитетов в межкоммунальной работе, практике создания так называемого «сельско-городского партнерства» как наиболее подходящего инструмента. Возможности корректировки нормативных актов в отношении местного самоуправления существуют, и последние законодательные инициативы в данном направлении подтверждают это (например, ФЗ-136 от 27 мая 2014 г.). На нынешнем этапе крайне полезно на уровне субъектов РФ рассмотреть уже имеющиеся за рубежом практики управления агломерационным развитием, так же как и на федеральном уровне учесть опыт ведущих европейских стран в вопросах корректировки законодательства, в частности для возможностей внедрения второй модели управления, так как действующие нормы не содержат в явном виде аналога «второго этажа» управления агломерациями.

При грамотном всестороннем внимании к развитию агломераций и управлению ими могут быть достигнуты существенные результаты пространственного развития территорий, включая следующие важные составные его части:

1. Формирование в рамках агломераций полюсов и точек роста, в том числе инновационного характера, которые должны быть достаточно автономными от агломерационного ядра, предоставляя жителям полный набор услуг для комфортного проживания, досуга и работы.



2. Планирование развития социальной инфраструктуры (дошкольного, школьного, среднего профессионального образования, здравоохранения, торговли, объектов культуры, спорта и др.).

3. Развитие транспортной инфраструктуры агломерации не по принципу «ядро – периферия», а между муниципалитетами для решения многих социальных задач.

4. Совместное управление другими видами инфраструктуры, например инженерно-коммунальной (очистные сооружения, коммунальная инфраструктура – отопление, водоснабжение и водоотведение, рекультивация полигонов ТБО и т. п.).

5. Совместное планирование строительства жилья путем разработки единых для агломерации правил землепользования и застройки.

6. Существенное увеличение финансовой состоятельности муниципалитетов. Использование потенциала агломерации для привлечения средств из внебюджетных источников, взаимодействия с бизнесом, участия в федеральных и региональных программах, международных проектах.

7. Брендирование территорий с целью привлечения инвестиций, туристов, инвесторов. Связанные с этим вопросы гораздо легче решаются на межмуниципальном уровне.

Список литературы

1. Попов Р. А., Пузанов А. С. Управление городскими агломерациями как ресурс экономического развития // Муниципальное имущество: экономика, право, управление. 2016. №3. С. 3–6.

2. Волčkova И. В. Теоретические и практические подходы к исследованию процессов формирования городских агломераций // Региональная экономика: теория и практика. 2013. Т. 11, вып. 29. С. 42–48.

3. Пузанов А. С., Попов Р. А. Отражение вопросов развития городских агломераций в документах стратегического планирования и программных документах регионального и межмуниципального уровня. Ч. 1 // Муниципальное имущество: экономика, право, управление : федеральный научно-практический журнал. 2019. №1. С. 21–26.

4. *Spatial Planning Systems and Practices in Europe* / ed. by M. Reimer, P. Getimis, H. Blotevogel. N. Y., 2014. doi: <https://doi.org/10.4324/9781315852577>.

5. *Matthiessen C. W. Examples of plans and planning systems changes* // Danish Journal of Geography. 2009. Spec. iss. 1. P. 125–132.

6. Девятков А. Н. Модели и особенности управления городской агломерацией // Пространственная организация общества: теория, методология, практика : сб. матер. междунар. науч.-практ. конф. (7–11 нояб. 2018 г.) Пермь, 2018. С. 321–329. URL: www.psu.ru/files/docs/science/books/sborniki/prostranstvennaya-organizatsiya-obshhestva.pdf (дата обращения: 18.10.2020).

7. Иванова Д. Г. Ростовская городская агломерация: модели управления и направления развития // Наука и образование: хозяйство и экономика; предпринимательство; право и управление. 2017. №12 (91). С. 20–24.

8. Волčkova И. Н., Минаев Н. Н. Модели управления агломерациями: международный опыт и российская практика // Экономика и управление. 2013. № 11 (108). С. 53–57.



9. Holzki T. Die Europäisierung des Verwaltungsorganisationsrechts: Eine rechtsvergleichende Untersuchung nationaler Regelungen in Deutschland, Frankreich und Großbritannien. Bd. 22. Berlin, 2019.

10. Ward M. City Deals. (Briefing Paper, № 7158, 27 July 2020). URL: <https://researchbriefings.files.parliament.uk/documents/SN07158/SN07158.pdf> (дата обращения: 18.10.2020).

11. Кузьмин А.В., Ткаченко Л.Я. Стратегии пространственного развития Большого Лондона и региона Иль-де-Франс // Academia. Архитектура и строительство. 2010. №2. С. 86–93.

12. Blotevogel H.H. Die Metropolregionen in der Raumordnungspolitik Deutschlands – ein neues strategisches Raumbild? // Geographica Helvetica. 2001. Vol. 56, iss. 3. S. 157–168.

13. Hennig B. The growth and decline of urban agglomerations in Germany // EPA: Economy and Space. 2018. Vol. 51 (6). P. 1209–1212.

14. Caspersen H.O., Konijnendijk C.C., Olafsson S.A. Green space planning and land use: An assessment of urban regional and green structure planning in Greater Copenhagen // Geografisk Tidsskrift – Danish Journal of Geography. 2006. Vol. 106, iss. 2. P. 7–20.

15. Strategische Regionalplanung / Hrsg. D. Vallée. Hannover, 2012. (Forschungs- und Sitzungsberichte der ARL ; Bd. 237).

16. Oliveira F.L. de. Green Wedge Urbanism. History, Theory and Contemporary Practice. Bloomsbury Academic, 2017.

17. Ferter Ch. Urbanisation, urban growth and planning in the Copenhagen Metropolitan Region with reference studies from Europe and the USA // Forest and Landscape Research. 2012. № 54.

18. Matthiessen C.W. Examples of plans and planning systems changes // Geografisk Tidsskrift – Danish Journal of Geography. 2009. Vol. 109, spec. iss. 1. P. 125–132.

19. Metropolitan Regions: Knowledge Infrastructures of the Global Economy / ed. by J. Klaesson, B. Johansson, Ch. Karlsson. Springer, 2013.

20. Hirshl R. City, State: Comparative Constitutionalism and the Megacity. Oxford University Press, 2020.

Об авторе

Андрей Викторович Левченков – канд. геогр. наук, доц., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: levchenkov5@gmail.com

The author

Dr Andrey V. Levchenkov, Associate Professor, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: levchenkov5@gmail.com

Г. С. Михневич

**ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ
СУБМАРИННОЙ РАЗГРУЗКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД
В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ БАЛТИКЕ**

42

Субмаринная разгрузка подземных вод широко развита в Южной Балтике и создает специфические условия для формирования придонных экосистем. Подземные воды обладают гидрохимическими характеристиками, отличающими их от морских вод, что отражается на химическом составе донных осадков и придонных вод. Кроме того, подземный сток из водоносных горизонтов зоны активного водообмена наряду с речным стоком и атмосферными выпадениями может служить значимым фактором загрязнения морской среды. Однако российский сектор Юго-Восточной Балтики изучен в отношении субмаринной разгрузки очень слабо. Между тем особенности геологического строения могут способствовать развитию этого процесса. Исследование геологических предпосылок субмаринной разгрузки стало целью настоящей работы. Анализ различных факторов, потенциально способствующих субмаринной разгрузке (разломная тектоника, сейсмическая активность, проницаемость горных пород, палеоврезы, покмарки), позволил выделить перспективные для дальнейших исследований участки дна. В прибрежной зоне это участок выхода коренных пород на северном подводном склоне Калининградского полуострова, образующих палеоценовый водоносный горизонт. На остальной площади дна Юго-Восточной Балтики водоносные горизонты перекрыты мощным слоем четвертичных образований. Только сочетание указанных факторов делает возможной субмаринную разгрузку подземных вод на больших глубинах моря.

Submarine groundwater discharge is widespread in the Southern Baltic and creates specific conditions for the benthic ecosystems development. Groundwater has hydrochemical characteristics that are different from sea water, which is reflected in the chemical composition of bottom sediments and waters. In addition, underground runoff from the aquifers of the active water exchange zone, along with river runoff and atmospheric deposition, can serve as a significant factor in the pollution of the marine environment. However, submarine discharge in the Russian sector of the Southeast Baltic is very poorly studied. Meanwhile, the features of the geological structure can contribute to the development of this process. This work focuses on the geological prerequisites for submarine discharge. Analysis of various factors that potentially contribute to submarine discharge (fault tectonics, seismic activity, rock permeability, paleo-incisions, pockmarks) made it possible to identify areas of the bottom that are promising for further research. In the coastal zone, this is an area of bedrock outcrops on the northern underwater slope of the Kalinin-



grad Peninsula, forming a Paleocene-Eocene aquifer. Further, in the Southeast Baltic bottom area, aquifers are overlain by a thick layer of Quaternary formations. It is only a combination of these factors that makes the submarine discharge of groundwater at great depths of the sea possible.

Ключевые слова: подземные воды, субмаринная разгрузка, палеоврез, покмарк, тектонический разлом, водоносный горизонт.

Keywords: groundwaters, submarine discharge, paleoincision, pockmark, tectonic fault, aquifer.

Введение

Субмаринная разгрузка — процесс поступления подземных вод непосредственно в море в виде подземного стока в пределах шельфа — в последние десятилетия находится в фокусе внимания исследователей [17; 20; 22—24]. Как оказалось [7; 22—24], подземный сток является значимой статьей водного и солевого бюджета морей, заливов и крупных озер. Долгое время считалось, что субмаринная разгрузка водоносных горизонтов в центральной части Гданьского бассейна маловероятна из-за значительной мощности плейстоценовых и голоценовых отложений, формирующих водоупорный горизонт. Однако исследования, проведенные в других акваториях Южной Балтики (бухта Эккернфёрде, Пуцкая бухта) [23—27], и предварительные оценки, выполненные для акватории, примыкающей к Калининградскому полуострову [12], доказывают, что субмаринная разгрузка не только возможна, но и характеризуется значительными масштабами и воздействием на морские экосистемы [13; 18; 21].

Интенсивность разгрузки подземных вод в донных отложениях морских бассейнов зависит от множества факторов. Способствовать развитию субмаринной разгрузки могут некоторые геологические факторы (условия). Эти условия связаны с зонами разломов, с наличием трещиноватости в плейстоценовых образованиях, с участками обнажения горизонтов, особенно в зонах структурных уступов (подводных террас), с зонами палеоврезов. Маркером разгрузки подземных вод могут являться покмарки — зоны естественного высачивания нефтеуглеводородов. Цель работы состоит в анализе особенностей геологического строения дна российского сектора Юго-Восточной Балтики, способствующих развитию субмаринной разгрузки подземных вод.

Распространение водоносных горизонтов на дне Балтийского моря

На дне российского сектора Юго-Восточной Балтики обнажаются образования девонского, пермского, триасового, юрского, мелового, палеогенового возраста, образующие в разрезе закономерно чередующиеся водоносные и водоупорные горизонты [1; 3; 5]. При этом возможность разгрузки подземных вод появляется только при обнажении водоносных горизонтов, сложенных проницаемыми породами. Далеко не вся площадь дочетвертичной поверхности предоставляет такую воз-



возможность (рис. 1). Гидрогеологические условия акватории Балтики изучены недостаточно, поэтому, опираясь на существующие данные о геологическом строении дна Юго-Восточной Балтики и гидрогеологических условиях Калининградской области, можно предположить следующую картину распространения водоносных горизонтов.

44

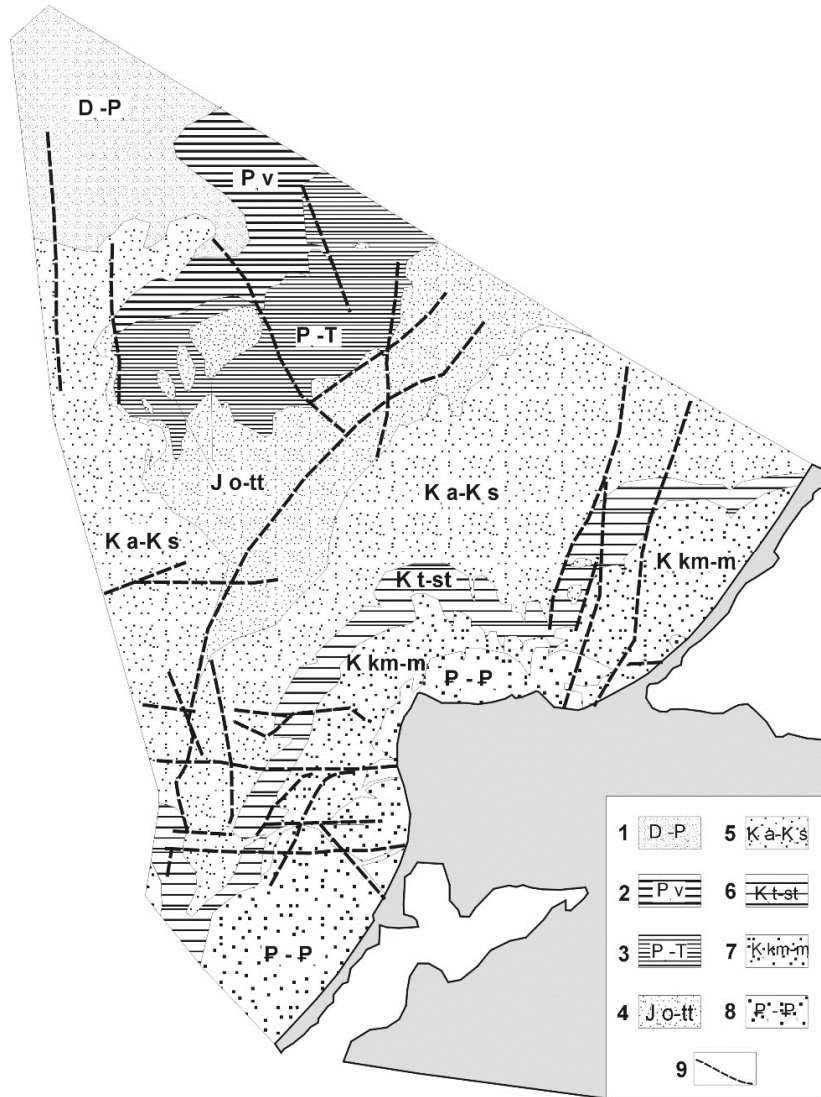


Рис. 1. Схема распространения водоносных и водоупорных горизонтов в российском секторе Юго-Восточной Балтики:

1 – девонско-пермский водоносный горизонт; 2 – вятский водоупорный горизонт; 3 – верхнепермско-триасовый водоупорный горизонт; 4 – оксфорд-титонский водоносный горизонт; 5 – апт-сеноманский водоносный горизонт; 6 – турон-сантонский относительно-водоупорный горизонт; 7 – кампан-маастрихтский водоносный горизонт; 8 – палеоцен-эоценовый водоносный горизонт; 9 – разломы

Источник: разработано на основе геологической карты дочетвертичных образований [1]; гидрогеологическая стратификация дана по [5].



Непосредственно близ Калининградского полуострова (к северу и западу от него) и к западу от Балтийской косы на дочетвертичной поверхности обнажаются песчаные и алевритовые отложения алкской, самбийской, заостровской и любавской свит, образующие палеоценовый водоносный горизонт (P_{g1} - P_{g2}) [3; 5]. К западу от Куршской косы и Калининградского полуострова отложения калиновской и лозняковской свит (разнообразные мергели с прослоями алевролитов, песчаников, опок) формируют выходы кампан-маастрихтского водоносного горизонта (K_{2km-m}) [3; 5]. Далее мористее дочетвертичная поверхность представлена глинистыми мергелистыми отложениями турон-сантонского относительно водоупорного горизонта (K_{2t-st}) (высоковская, дубровская, демидовская свиты). Следующий водоносный горизонт, располагающийся уже на больших глубинах (30–100 м) и занимающий огромные площади дна, — апт-сеноманский (K_{1a} - K_{2s}) — сформирован песками, песчаниками, алевритами и алевролитами чкаловской, побединской и есяской свит (рис. 1) [3; 5].

На значительном расстоянии от берега дочетвертичная поверхность образована юрскими отложениями (глубины моря 50–100 м). Они формируют оксфорд-титонский (J_{3o-tt}) и геттангско-батский (J_{1g} - J_{2bt}) водоносные горизонты, разделенные келловейским относительно водоупорным горизонтом (J_{2k}) [3; 5]. Триасовые глинистые и верхнепермские галогенные отложения формируют единый мощный региональный водоупор (P_3-T) (рис. 1) [3; 5]. Кавернозные доломиты страссфуртской серии образуют вятский (страссфуртский) водоносный горизонт (P_{3v}), подстилающийся водоупорным вятским горизонтом (P_{3v}) [3; 5]. В северо-западной части российского сектора Балтики под четвертичными образованиями находятся верхнедевонские известково-доломитовая и доломитово-глинистая толщи, принадлежащие девонско-пермскому водоносному горизонту (D_2-P_3) (рис. 1) [3; 5].

Непосредственно на дне севернее Калининградского полуострова имеются локальные выходы коренных пород, формирующих палеоцено-эоценовый водоносный горизонт [9]. Здесь разгрузка наиболее вероятна. На остальной площади дочетвертичные породы перекрыты четвертичными образованиями различной мощности (до нескольких десятков метров) и полноты разреза [4–5], и непосредственная разгрузка подземных вод становится возможной только при определенных условиях: при локальном сокращении их мощности, повышенной пористости, трещиноватости, наличии разломов и др.

Разломы и сейсмическая активность

В структурном отношении Гданьский бассейн находится в пределах юго-восточного склона Балтийской синеклизы [5]. Современная поверхность фундамента Балтийской синеклизы отражает суммарный результат всех тектонических движений, имевших место на данной территории в течение всего фанерозоя. Поверхность фундамента местами нарушена разломами, имеющими в пределах акватории моря в основном субширотное и северо-западное простирание (рис. 1) [14].



В Балтийской синеклизе выделяются две основные категории разломов — доплатформенные (погребенные, не проникающие в осадочный чехол и не влияющие на развитие его структурных особенностей) и платформенные (проникающие в чехол). Платформенные разломы, в свою очередь, также делятся на два класса: региональные и локальные [1]. К региональным разломам относятся все крупные и средние по простиранию разломы региона (от многих десятков до нескольких сотен километров), разграничивающие крупные и средние тектонические структуры. Чаще всего эти разломы выражены в виде сбросов, реже — взбросов. К локальным разрывным нарушениям отнесены все прочие мелкие, сравнительно небольшой протяженности (до первых десятков километров), разобщенные и не объединенные в единые зоны разломы [1; 14].

Значительная часть разломов была сформирована на стадии образования Балтийской синеклизы и проникает в осадочный чехол до девонских отложений [5]. Однако некоторые признаки указывают на активность отдельных разломов и возможность их проникновения в толщу отложений выше по разрезу (вплоть до четвертичных). В частности, исследования сотрудников Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта, проведенные в начале 2000-х гг. на территории Калининградской области, выявили наличие нескольких сейсмогенерирующих структур, отождествляемых с разломами, в том числе установленными на поверхности (Янтарненская разломная зона, Пионерский разлом) [8]. В [1] демонстрируются некоторые разломы, проникающие в осадочный чехол в более молодые, нежели девонские, отложения (вплоть до палеогеновых). Активность разломов может подтверждаться проявлением сейсмической активности. Сейсмические толчки с эпицентрами, лежащими в акватории Гданьского залива (рис. 2), регистрируются регулярно (например, Европейско-Средиземноморским сейсмологическим центром [19]).

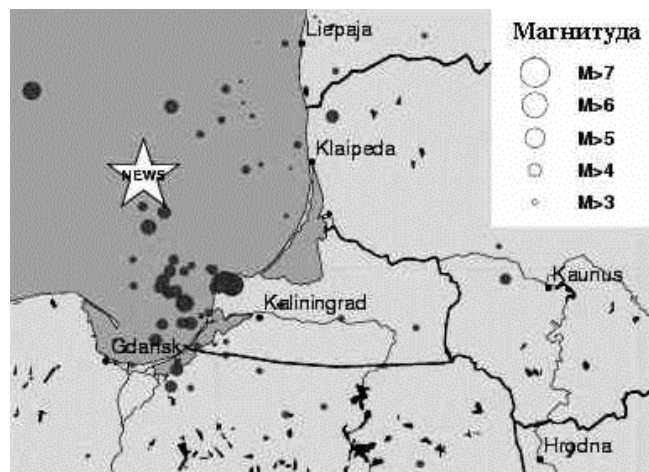


Рис. 2. Сейсмические события, зарегистрированные в Юго-Восточной Балтике в период 1964 – 2008 гг.

Источник: [19].



Разломы могут способствовать связи водоносных горизонтов, разделенных даже мощными водоупорами. На активную связь различных водоносных горизонтов, осуществляющуюся по разрывным дислокациям, указывали работы А.И. Трипониса, в которых доказывается существование связи между глубинной нефтеносностью и газобиохимическими аномалиями в водоносных горизонтах зоны интенсивного водообмена [15]. На континенте часто отмечаются аномалии величины минерализации подземных вод, в частности верхнемелового водоносного горизонта, из-за перетекания вод нижележащих водоносных горизонтов по литологическим окнам или разломам [11].

Палеоврезы

47

Наиболее часто отмечаются палеоврезы в поверхность палеогеновых и меловых отложений. Значительное количество выявленных палеодолин плиоцен-плейстоценового возраста сосредоточено в западной части Калининградской области и продолжается в акваторию Гданьского бассейна [4; 10]. Наиболее ярким примером является палеоврез протяженностью более 20 км, протягивающийся в северо-западном направлении через весь Калининградский залив к Балтийской косе в районе г. Балтийска и далее уходящий в морскую акваторию. Балтийский палеоврез трассируется разломом и проникает в верхнемеловые (лозняковские) отложения. Минимальная в Калининградской области отметка днища палеодолины (-266 м), врезанной в среднеюрские образования, зафиксирована на севере области в приустьевой части р. Неман близ пос. Мысовка [6]. Ширина долин обычно составляет около 1,0–1,5 км, редко превышая 3–5 км [10]. Происхождение этих долинообразных углублений связывается с доледниковой речной, водноледниковой или экзарационной деятельностью либо комплексом процессов (сложные долины, модифицированные) [10].

Изучение палеодолин Калининградского полуострова дает возможность предположить активное участие в их образовании тектонического фактора. Так, формированию палеоврезов могло предшествовать погружение отдельных участков задолго до начала четвертичного времени. Проявлением тектонической активности служат нарушения (сбросы), предшествовавшие формированию палеоврезов. Такие сбросы отмечены в палеодолинах вблизи пос. Янтарный, г. Светлогорска, Балтийска [6; 10]. Амплитуда сбросов может составлять до 20 м. Следствием конседиментационного отрицательного движения явилось фиксируемое на разрезах Приморского месторождения янтаря увеличение мощности верхнеэоценового янтареносного горизонта до 20 м [6].

Анализ расположения палеодолин показал приуроченность части из них к тектоническим нарушениям [8]. Так, кроме указанных палеодолин в районе пос. Янтарный, г. Балтийска, в качестве примера можно привести долинный врез вблизи г. Славска. На флесурно-разрывные зоны — Бакалинскую и Мельниковскую — хорошо накладываются длинные оси понижений и возвышенностей дочетвертичного



рельефа. Прегольская зона разломов ответственна за появление древнего вреза глубиной более 100 м, протягивающегося через территорию г. Калининграда, и современной долины р. Преголи. Связь палеодолин с тектоническими нарушениями подтверждается некоторыми гидрогеологическими данными.

Часть крупных палеоврезов заполнена водонасыщенными отложениями и формирует основу месторождений питьевых подземных вод. Отклонения в качестве подземных вод (изменение величины минерализации, увеличение содержания хлорного иона, брома, кремнезема и др.) могут служить индикатором подпитки водоносных горизонтов из нижнемеловых или юрских горизонтов [11]. Над палеоврезами нередко наблюдается повышенная минерализация верхних горизонтов подземных вод: на глубине 20–40 м вскрываются воды с минерализацией 5,0–15,0 г/дм³ [5]. По разломам из глубоких горизонтов проникают также гидротермальные растворы невысоких температур. Так, на северо-востоке Калининградской области в скважине, пройденной в пределах глубокого палеовреза, в керне, поднятом с глубины 93,5 м и представленном слабо сцементированным, сильно трещиноватым песчаником, было установлено присутствие большого количества пирита (более 12%), единичные микрокристаллы халькопирита [5]. Описанные сульфиды являются новообразованиями, и частью исходного вещества для их формирования могли служить глубинный газ или низкотемпературные растворы, проникающие по разлому [5]. Можно допустить вероятность такого процесса в акватории Балтики.

Покмарки

Потенциально зоны разгрузки подземных вод могут сочетаться с покмарками — кратерообразными понижениями на поверхности дна, образованными за счет выхода флюида из осадка в водную толщу. Покмарки представляют собой одну из форм проявления газонасыщенных осадков, хорошо опознаются благодаря формированию акустических аномалий [16]. Акустические аномалии в центральной части Гданьского залива локализуются в узких, трещинных или трубообразных подводящих каналах, прослеживаются из дочетвертичной (палеоген-юрской) толщи до нижнеголоценовых слоев, где заканчиваются воронками диаметром до 300 м. Под этими воронками, как и под покмарками, на глубине 5–10 м четко регистрируются структуры в виде своеобразных резервуаров, которые А. И. Блажчишин назвал «газовыми подушками» [2].

Выход метана на поверхность морского дна в основном происходит в результате 1) накопления свободного газа в шельфовых осадках, 2) вертикального подъема потока, особенно вдоль тектонически активных зон, 3) разрушения газогидратов на континентальном склоне [16]. Существуют различные способы выделения метана из осадков: диффузионный (для растворенных газов, не деформирующий осадок), конвективный (с газовыми пузырьками, образующий покмарки), а также адвективный (с выходом грунтовых вод) [16].



По современным данным, покмарки в Юго-Восточной части Балтики занимают 1,7 км² из 222 км² площади газонасыщенных илов (рис. 3). Они приурочены к зонам дизъюнктивных нарушений и голоценовым осадкам мощностью более 5 м (рис. 3) [16]. Величина отношения концентраций метана к его гомологам, а также данные изотопного состава углерода ($\delta^{13}\text{C}$) метана указывают на его микробное происхождение [16]. Однако нельзя исключить дополнительное поступление метана в верхний слой осадка из глубинного источника. На мелководье у прикорневой части Куршской косы в зоне разрывных нарушений и нефтегазонасыщенной структуры отмечено минимальное соотношение метана с его гомологами, что говорит о вероятной миграционной (глубинной) природе углеводородных газов в данном районе. «Горячей точкой» по выходу метана на границе «осадок-вода» в Балтийском море является район распространения илов. Максимальный поток метана (3,3 ммоль/м²/сут) отмечается в илах покмарков [16].

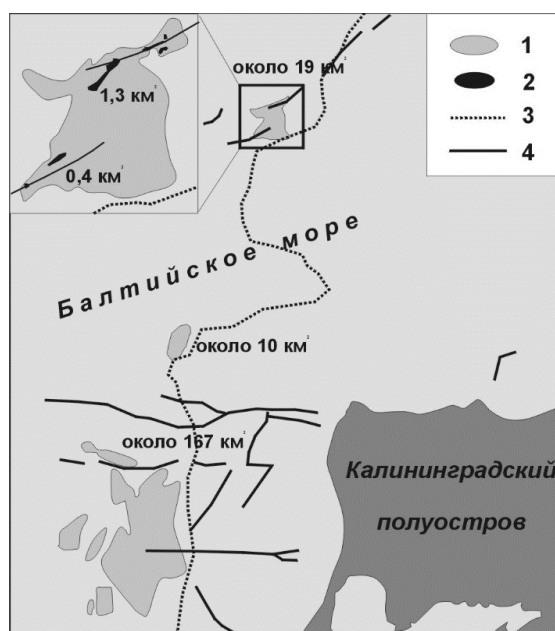


Рис. 3. Распространение газонасыщенных осадков в российском секторе Юго-Восточной Балтики по результатам эхолотных и геоакустических съемок: 1 – газонасыщенные илы; 2 – покмарки; 3 – район распространения илов; 4 – зоны разрывных нарушений. На врезке видны 7 покмарков

Источник: [16].

Заслуживает внимания также и то, что подстилающие илы нижнеголоценовые и верхнеплейстоценовые глины из кратеров обнаруживают, как и сами илы, кавернозную структуру, нередко с полигональной трещиноватостью и отдельными зияющими трещинами [2]. Трещиноватость характерна для мореноподобных отложений из кратеров, вскрытых отдельными колонками. Разнонаправленная трещиноватость свидетельствует о миграции газов не только по вертикали, но и в других направлениях (как и в Арконской впадине). Латеральная

миграция газов обусловлена наличием значительного порового пространства на базальной поверхности дочетвертичных пород. Высачивания газов происходят также над сводами девонских и силурийских антиклиналей и в местах выклинивания отдельных слоев, из которых могут разгружаться на базальную подчетвертичную поверхность артезианские воды [2]. В нашем случае это могут быть верхнемеловые и юрские водоносные горизонты. Линейный характер форм флюидной разгрузки связан с простираем тектонических разломов.

Результаты и выводы

Анализ различных факторов, способствующих субмаринной разгрузке, позволил предположить перспективные для выявления ее следов полигоны. Первый расположен в северо-восточной части Гданьского бассейна и характеризуется несколькими перспективными для субмаринной разгрузки факторами: разломы, палеоврез, покмарки, структурный уступ. Второй лежит в акватории Балтики на продолжении Бакалинской разрывной зоны, третий – на продолжении Прегольской зоны разломов. В районе первого полигона регистрируются две акустические аномалии, связанные с долинными и озерными врезами, совпадающими с простираем разлома (рис. 4), последний сочленяется со структурным уступом верхнего мела. Корни акустических аномалий уходят в подстилающую триасово-юрскую толщу, в которой регистрируются подводящие каналы, часто заканчивающиеся в голоценовых отложениях «газовыми подушками» [2].

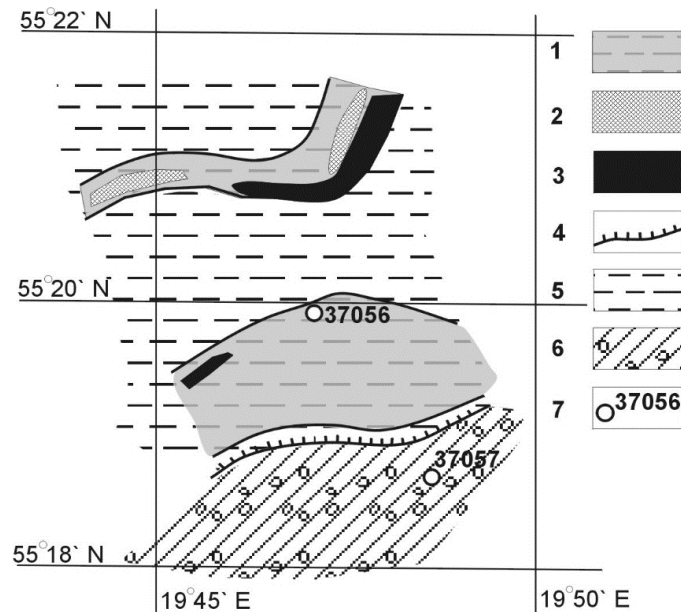


Рис. 4. Акустические аномалии и покмарки в северо-восточной части Гданьской впадины:

1 – акустические аномалии; 2 – погребенные покмарки; 3 – покмарки; 4 – структурный уступ; 5 – илы; 6 – моренные отложения; 7 – расположение колонок

Источник: на основе [2].



Обнаружение очагов субмаринной разгрузки подземных вод по инверсиям солености морских вод в связи с большой мощностью илистых осадков и размытой границей «вода — дно» вызывает трудности по причине рассеивания флюида в толще илов и его перемешивания в осадках с морской водой, а также из-за технических проблем, связанных с невозможностью получения достоверных результатов зондированием в придонном горизонте. Вследствие этого перспективным является метод обнаружения влияния субмаринной разгрузки на донные экосистемы, основанный на изменении химического состава верхнего слоя осадка [21]. Исследования геохимических свойств осадков, расположенных на площади первого полигона близ разлома и покмарка (рис. 4, колонка 37056) и в периферической зоне газонасыщенных осадков (рис. 4, колонка 37057) показали различия в вертикальном распределении химических элементов [21].

Был проведен кластерный анализ, выявивший существенные различия в группировках слоев. Вертикальная структура и уровень взаимосвязей химических элементов в колонке 37056 позволяет говорить о существовании дополнительных факторов, влияющих на седиментогенез. Существует вероятность, что таким фактором может быть субмаринная разгрузка [21].

Различия с близлежащей колонкой 37057 не могут быть объяснены различными условиями осадконакопления. В Гданьской впадине под галоклином (глубины 80–90 м) на расстоянии нескольких километров сложно представить развитие отличающихся гидролого-гидрохимических условий, определяющих различный минералогический состав отложений. Близость покмарка к колонке 37056 маркирует выход флюида из осадочной толщи, придавшего, по-видимому, особенности повторяющейся стратификации [21].

Таким образом, разгрузка подземных вод возможна не только непосредственно в зонах обнажения водоносных горизонтов на подводном склоне к северу и северо-западу от Калининградского полуострова, но и на значительном расстоянии от берега и на больших глубинах. Геологическое строение (обнажения на дне водоносных горизонтов, небольшая мощность четвертичных, прежде всего моренных, отложений, наличие палеоврезов), особенности тектоники (активные разломные зоны, проявления сейсмичности) и рельеф дна (наличие уступов) являются факторами, благоприятствующими субмаринной разгрузке. Для поиска участков разгрузки подземных вод перспективно также использование в качестве маркеров зон покмарков, в особенности тех, для которых установлено глубинное происхождение газовых флюидов. Сочетание различных факторов создает предпосылки для активной связи различных водоносных горизонтов даже через мощные водоупоры и способствует субмаринной разгрузке.

Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Калининградской области в рамках научного проекта № 19-45-390007 «Влияние субмаринной разгрузки подземных вод на формирование донных осадков в Гданьской впадине Балтийского моря».



Список литературы

1. *Атлас геологических и эколого-геологических карт Российского сектора Балтийского моря* / гл. ред. О. В. Петров. СПб., 2010.
2. *Блажчишин А. И.* Палеогеография и эволюция позднечетвертичного осадконакопления в Балтийском море. Калининград, 1998.
3. *Вербицкий В. Р., Кириков В. П., Богданов Ю. Б.* Карта дочетвертичных образований. Государственная геологическая карта РФ масштаба 1 : 1 000 000. СПб., 2011.
4. *Геология и геоморфология Балтийского моря* / под ред. А. А. Григялиса. Л., 1991.
5. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Сер. Центрально-Европейская. Лист N-34 – Калининград. Объяснительная записка / Н. В. Лукьянова, Ю. Б. Богданов, О. В. Васильева [и др.]. СПб., 2011.
6. *Загородных В. А.* Палеоврезы в дочетвертичную поверхность на юго-западе Прибалтики // *Геоинформатика*. 1999. № 4. С. 33 – 37.
7. *Зекцер И. С.* Подземные воды как компонент окружающей среды. М., 2001.
8. *Комплексные сейсмологические и сеймотектонические исследования для оценки сейсмической опасности территории г. Калининграда в 2008 году* : науч.-техн. отчет / ИФЗ РАН им. О. Ю. Шмидта. М., 2008.
9. *Максимов А. В., Семёнова Л. Р., Жамойда В. А.* Карта четвертичных образований. Государственная геологическая карта РФ масштаба 1 : 1 000 000. СПб., 2011.
10. *Михневич Г. С.* Особенности строения поверхности дочетвертичных отложений на территории Калининградской области // *Вестник СПбГУ. Сер. 7: Геология. География*. 2015. Вып. 3. С. 21 – 35.
11. *Михневич Г. С.* Перспективы выявления активных геологических структур на территории Калининградской области на основе исследования древних эрозионных врезов // *Наука и образование в XXI веке : сб. науч. тр. по матер. междунар. науч.-практ. конф.* Тамбов, 2013. Ч. 4. С. 100 – 104.
12. *Михневич Г. С., Кречик В. А., Крек А. В., Данченков А. Р.* Взаимодействие морских и подземных вод в прибрежной зоне Юго-Восточной Балтики и его экологические последствия // *Балтийский морской форум : матер. VII Междунар. Балтийского морского форума*. Калининград, 2019. Т. 3. : VII Международная научная конференция «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов». С. 369 – 380.
13. *Михневич Г. С., Кречик В. А., Крек А. В., Данченков А. Р.* Роль субмаринной разгрузки подземных вод в формировании морских экосистем юго-восточной Балтики // *Проблемы регионального развития в начале XXI века : матер. междунар. науч. конф.* Калининград, 2019. С. 244 – 252.
14. *Нефть и окружающая среда Калининградской области*. Калининград, 2012. Т. II : Море.
15. *Трипонис А. И.* Газобиохимические аномалии водоносных горизонтов зоны интенсивного водообмена и их связь с глубинной нефтегазоносностью // *Вопросы нефтеносности Прибалтики*. Вильнюс, 1973. (Тр. ЛитНИГРИ ; вып. 24). С. 169 – 184.
16. *Ульянова М. О.* Углеводородные газы в поверхностных донных осадках Юго-Восточной части Балтийского моря : дис. ... канд. геогр. наук. Калининград, 2014.
17. *Burnett W. C., Aggarwal P. K., Aureli A. et al.* Quantifying submarine groundwater discharge in the coastal zone via multiple methods // *Sci. Total Environ.* 2006. № 367. P. 498 – 543.



18. Donis D., Janssen F., Liu B. *et al.* Biogeochemical impact of submarine ground water discharge on coastal surface sands of the southern Baltic Sea // *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 2017. Vol. 189. P. 131–142.

19. *Seismicity from 1964 to 11.12.2008* // European-Mediterranean Seismological Centre. URL: <https://static1.emsc.eu/Images/EVID/11/113/113585/113585.regional.seismicity.jpg> (дата обращения: 02.12.2020).

20. Kotwicki L., Grzelak K., Gzub M. *et al.* Submarine groundwater discharge to the Baltic coastal zone: Impacts on the meiofaunal community // *Journal of Marine Systems*. 2014. № 129. P. 118–126.

21. Krek A., Krechik V., Danchenkov A., Mikhnevich G. The role of fluids in the chemical composition of the upper holocene sediment layer in the russian sector of the South-East Baltic // *Russian Journal of Earth Sciences*. 2020. Vol. 20, № 6. doi: 10.2205/2020ES000719.

22. Peltonen K. *Direct Groundwater Inflow to the Baltic Sea*. 2002.

23. Pempkowiak J., Szymczycha B., Kotwicki L. Submarine groundwater discharge (SGD) to the Baltic Sea // *Rocz. Ochr. Śr.* 2010. № 12. P. 17–32.

24. Schlüter M., Sauter E. J., Andersen C. E. *et al.* Spatial distribution and budget for submarine groundwater discharge in Eckernförde Bay (Western Baltic Sea) // *Limnol. Oceanogr.* 2004. Vol. 49. P. 157–167.

25. Szymczycha B., Susanna V., Pempkowiak J. Nutrient fluxes via submarine groundwater discharge to the Bay of Puck, southern Baltic Sea // *Science of the Total Environment*. 2012. Vol. 438. P. 86–93.

26. Szymczycha B., Kroeger K. D., Pempkowiak J. Significance of groundwater discharge along the coast of Poland as a source of dissolved metals to the southern Baltic Sea // *Mar. Pollut. Bull.* 2016. Vol. 109 (1). P. 151–162.

27. Szymczycha B., Miotk M., Pempkowiak J. Submarine Groundwater Discharge as a Source of Mercury in the Bay of Puck, the Southern Baltic Sea // *Water Air Soil Pollut.* 2013. № 224. P. 1542.

Об авторе

Галина Сергеевна Михневич – канд. геогр. наук, доц., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: mi78galina@mail.ru

The author

Dr Galina S. Mikhnevich, Associate Professor, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: mi78galina@mail.ru

Е. А. Буденкова, Я. А. Масютин

**ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБНОСТИ КОНСОРЦИУМОВ
ДРОЖЖЕВЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ
К ПРОДУЦИРОВАНИЮ ЭТАНОЛА**

54

Производство биоэтанола из непищевого сырья считается перспективной альтернативой традиционному получению этанола из пищевых культур. Однако ряд существенных технологических недостатков не позволяет в настоящее время производить биоэтанол в промышленных масштабах. В частности, существует проблема подбора наиболее эффективных микроорганизмов-продуцентов. В силу того что субстрат для спиртового брожения, как правило, является многокомпонентным, более эффективным считается использование не одного, а нескольких штаммов микроорганизмов. В связи с этим целью исследования стал подбор консорциумов дрожжевых микроорганизмов, способных к совместному культивированию, и анализ их способности к синтезу этанола. В соответствии с целью исследования был проведен анализ биосовместимости некоторых дрожжевых микроорганизмов из фонда Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов, способных к продуцированию этанола. Исследована способность к продуцированию этанола дрожжевыми консорциумами с использованием ферментативного гидролизата делигнифицированной целлюлозы мискантуса. Проведено сравнение способности дрожжевых консорциумов к образованию этанола в зависимости от условий аэрации. Контроль динамики редуцирующих веществ в исследуемых пробах осуществлялся с помощью спектрофотометрии, а конечное содержание этанола проанализировано газохроматографически. В результате проведенной работы установлено, что использование консорциума дрожжевых микроорганизмов позволяет эффективно проводить спиртовое брожение, о чем свидетельствует высокая степень биоконверсии редуцирующих веществ.

The production of bioethanol from non-food feedstock is considered to be a promising alternative to conventional ethanol production from food crops. However, a number of significant technological drawbacks does not allow the industrial production of bioethanol. The most effective microorganisms-producers are hard to identify. Due to multicomponent composition of substrate, the use of several strains of microorganisms is considered to be more effective than that of one strain. Thus, the aim of the study is to select yeast consortia capable of cocultivation, and to analyze their ability to produce ethanol. The study analyzed the biocompatibility of some ethanologenic microorganisms from the All-Russian collection of industrial microorganisms as well as the ability of yeast consortia to generate ethanol through using the enzymatic hydrolyzate of delignified Miscanthus cellulose. Its generating capacity was checked depending on aeration conditions. The test samples were controlled for reducing sugars with spectrophotometry, while the resulting etha-



nol content was determined with gas chromatography. It has been found that the use of yeast consortia makes ethanol fermentation efficient, as evidenced by the significant bioconversion of reducing sugars.

Ключевые слова: микроорганизмы, дрожжи, консорциум, мискантус, ферментативный гидролиз, спиртовое брожение, биоэтанол.

Keywords: microorganisms, yeast, consortium, Miscanthus plant, enzymatic hydrolysis, ethanol fermentation, bioethanol.

Разработка эффективных способов производства биотоплива из лигноцеллюлозного сырья приобретает все большую значимость в свете истощения запасов ископаемого топлива и ухудшения состояния окружающей среды в результате его добычи. Обладая эколого-экономическими преимуществами, биоэтанол способен составить конкуренцию на мировом топливном рынке [9]. Для того чтобы обеспечить экономически выгодный процесс производства биоэтанола, необходимо добиться эффективного расщепления полимерного лигноцеллюлозного сырья на мономерные сахара, которые в дальнейшем подвергаются сбраживанию микроорганизмами (дрожжами или бактериями) с образованием спирта. Состав и концентрация сахаров в лигноцеллюлозном гидролизате варьируют в зависимости от состава сырья и способа его обработки. К другим важным факторам спиртового брожения относятся отбор и подготовка субстрата, отбор и адаптация микроорганизмов, условия проведения процесса [9].

В связи с назревающим продовольственным кризисом представляется весьма перспективным производство биоэтанола второго поколения, то есть с использованием непищевой растительной биомассы. Травянистое растение мискантус китайский (*Miscanthus sinensis*) позволяет получать десятки тонн урожая с одного посева на протяжении многих лет. Биомасса мискантуса недорога, обильно произрастает и хорошо адаптируется к российским почвам. Основная причина, препятствующая использованию подобного растительного сырья, заключается в недостаточной эффективности методики получения биоэтанола, что обусловлено деградацией сахаров и отсутствием достаточно эффективных микроорганизмов [1]. В связи с этим в качестве исследуемого субстрата был выбран мискантус.

Использование дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* позволило значительно сократить время производство биоэтанола. При этом отмечено, что штаммы, выделенные из натурального субстрата, приводят к значительно большему выходу спирта, чем штаммы чистой линии [9]. Активность дрожжей рода *Saccharomyces* в процессе сбраживания проявляется от начала процесса и до тех пор, пока сбраживаемые сахара полностью не метаболизируются в этанол [6]. Виды дрожжей, не относящиеся к *Saccharomyces*, долгое время не рассматривались на промышленном уровне из-за низкой способности метаболизировать глюкозу в этанол [6], однако они способны к переработке в этанол других углеводов, помимо глюкозы. Эта способность варьирует по причине высокой измен-



чивости штаммов и в зависимости от условий культивирования. В силу низкой (*Candida*, *Pichia*) или умеренной устойчивости к этанолу (*Lachancea*, *Torulaspota*) активность не относящихся к *Saccharomyces* видов угнетается при накоплении в среде этилового спирта в объеме 4% [6]. Лишь немногие виды (*Starmerella stellata*, *Saccharomycodes ludwigii*) проявляют устойчивость к этанолу при температуре ниже 30°C, и их ферментативная активность наблюдается до уровня накопления этанола в 42% [6; 9; 11]. *Zygosaccharomyces rouxii* может расти в условиях экстремально высокой осмоляльности за счет сахаров, но не способен потреблять глюкозу [9].

Сокультивирование разных штаммов дрожжей представляется перспективным за счет более полной переработки многокомпонентного субстрата и большего выхода этанола [5; 13], однако сложность этой методики заключается в обеспечении оптимальных условий сбраживания для двух или более штаммов. Конечное содержание этанола при сокультивировании *Saccharomyces* и прочих дрожжей может снизиться примерно на 1–2%, а процесс брожения может быть увеличен на несколько дней [6]. Возможно, это происходит за счет выработки большого количества нецелевых соединений (молочной и уксусной кислоты, сложных эфиров, глицерина), что замедляет процесс спиртового брожения [6]. Иммуобилизация дрожжевых клеток в биопленке (альгинатные шарики) отчасти позволяет оптимизировать процесс сокультивирования за счет создания локальных ниш, в которых поддерживаются условия, необходимые для разных микроорганизмов. Тем не менее конкуренция за субстрат и различие в оптимальных условиях роста остаются ограничивающими факторами при сокультивировании [14].

Дрожжи, не относящиеся к *Saccharomyces*, чрезвычайно разнообразны, их применение основано на уникальных индивидуальных характеристиках. Наиболее изученными и коммерциализированными видами, не относящимися к *Saccharomyces*, в виноделии являются *Torulaspota delbrueckii* и *Lachancea thermotolerans* [6]. Дрожжи *Scheffersomyces conditionitis* и *Pachysolen tannophilus* обладают высоким потенциалом к сбраживанию пентоз [7; 10; 12; 16]. *Kluyveromyces marxianus* отличается высокой скоростью роста, термостойкостью, способностью усваивать широкий спектр сахаров и производить различные соединения. Несмотря на менее эффективное сбраживание глюкозы по сравнению с *Saccharomyces cerevisiae*, *K. marxianus* способен ускорять производство этанола [4]. Термостойкость *K. marxianus* позволяет проводить спиртовое брожение при высоких температурах, что снижает вероятность микробной контаминации и делает возможным объединение процесса брожения с предшествующей стадией ферментативного гидролиза целлюлозосодержащего сырья [15]. *Starmerella bacillaris* улучшает жизнеспособность клеток дрожжей сахарамидетов и, соответственно, благотворно влияет на процесс брожения. В настоящее время ведутся разработки методики, позволяющей использовать *Starmerella bacillaris* в качестве основного продуцента этанола [8].



В представленной работе проведено исследование способности некоторых дрожжевых микроорганизмов (*K. marxianus*, *S. stipites*, *P. tannophilus*, *S. cerevisiae* М, *S. ludwigii* 8, *Z. rouxii*, *S. bacillaris*, *L. thermotolerans*, *T. delbrueckii*) к сбраживанию глюкозы, полученной из целлюлозы мискантуса, в консорциумах.

Материалы и методы

Субстрат. В качестве субстрата использована делигнифицированная целлюлоза травянистого растения *Miscanthus sinensis* Zebrinus (содержание α -целлюлозы – 81 %, содержание лигнина – менее 0,2 %). Проведен ферментативный гидролиз субстрата в концентрации 0,1 г/мл и концентрации ферментного препарата 30 мг/мл в натрий-ацетатном буфере (рН 5,0). Условия гидролиза: 100 об/мин, 150 ч, 50 °С. Ферментный препарат «Целлюлак ультра» с активностью 2500 ед/г, созданный на основе микроскопического гриба *Trichoderma reesei*, содержит целлюлазу, бета-глюканазы, пектиназы и экзо-целлобиогидролазы. Активность ферментов прекращали автоклавированием (121 °С, 15 мин). Выход редуцирующих веществ (глюкоза) от массового содержания гидролизуемых компонентов составил $14,13 \pm 5,52$ мг/мл.

Микроорганизмы. Получены из фонда Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов ГосНИИГенетика: *K. marxianus* (Y-2039), *S. stipites* (Y-3264), *P. tannophilus* (Y-3269), *S. cerevisiae* М (Y-4242), *S. ludwigii* 8 (Y-2012), *Z. rouxii* (Y-4659), *S. bacillaris* (Y-4015), *L. thermotolerans* (Y-4532), *T. delbrueckii* (Y-1539). Микроорганизмы инкубировали при 27 °С стационарно на чашках Петри с полной дрожжевой средой (г/л): глюкоза 20, дрожжевой экстракт – 5, пептон – 10, агар – 10. Солевой раствор (г/л): $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – 3,75; KH_2PO_4 – 2,1; $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ – 0,5; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,375. Питательную среду и раствор солей автоклавировали отдельно (121 °С, 15 мин).

Тест на биосовместимость. Определение биосовместимости штаммов дрожжей проводилось методом прямого совместного культивирования на плотной питательной среде, предложенным Н. А. Глушановой. Культура, выращенная на жидкой питательной среде в концентрации 0,10–0,11 OD (спектрофотометр Bio-Rad SmartSpec Plus, режим OD600), бактериологической петлей диаметром 3 мм наносится на плотную питательную среду. После впитывания капли на поверхность той же среды наносится капля другой испытуемой культуры, которая при растекании покрывает половину первой капли. Чашки Петри инкубировались в течение 24 ч при температуре 27 °С. Результаты интерпретировались следующим образом: задержка роста одного штамма – антагонизм; выход одной культуры наверх – слабый антагонизм; слияние, усиление роста штаммов – биосовместимые.

Подготовка к сбраживанию. Для приготовления инокулята использовали клетки второго пассажа. По достижении клетками дрожжей стационарной фазы (24-часовая инкубация) клетки собирали, центри-



фугировали (4 °С, 7000 об/мин, 5 мин). Супернатант удаляли, осадок промывали стерилизованной деионизированной водой и снова центрифугировали. Солевой раствор добавляли к осадку до достижения подходящей концентрации (OD 0,60–0,61) и инокулировали в гидролизат (5 % от общего объема). При сокультивировании доля инокулята для каждого штамма уменьшена вдвое, чтобы выдержать общий размер инокулята. Условия брожения: 100 об/мин, 144 ч, 30 °С, ограниченная аэрация. Активность ферментов прекращали автоклавированием (121 °С, 15 мин). Сбраживание проводилось в трех повторностях для каждого консорциума.

Анализ. Эффективность ферментации контролировали путем периодического отбора (образцы объемом 200 мкл центрифугировали при 7000 об/мин, 10 мин). Концентрацию редуцирующих веществ (глюкозы) определяли через измерение оптической плотности с использованием спектрофотометра UV-3600 Shimadzu (при 664 нм) и медно-щелочного реагента [2]. Скорость сбраживания глюкозы определялась как отношение десятичного логарифма от соотношения начальной и текущей концентрации глюкозы ко времени сбраживания, с учетом поправочного коэффициента.

Содержание этанола в пробе анализировали с помощью газового хроматографа с пламенно-ионизационным детектором (Agilent 7890B), газ-носитель – гелий, деление потока 100:1, объем вводимой пробы 1 мкл, итоговое время хроматографирования 10 мин. Перед анализом к пробам супернатанта добавляли 2 мл диэтилового эфира, помещали на орбитальный шейкер для перемешивания на 30 мин, затем образцы центрифугировали (3900 об/мин, 10 мин), супернатант собирали и упаривали с целью удаления диэтилового эфира, добавляли 1 мл этилацетата. Полученную пробу анализировали на газовом хроматографе.

Результаты и обсуждение

Проверка биосовместимости исследуемых штаммов дрожжей, результаты которой представлены в таблице 1, проводилась в два этапа. На первом этапе выявлялась парная совместимость штаммов, на втором исследовалась совместимость при культивировании консорциумов, состоящих из трех штаммов дрожжевых клеток.

При парном культивировании семь из девяти штаммов показали высокий уровень биосовместимости: *K. marxianus* (Y-2039), *S. stipites* (Y-3264), *P. tannophilus* (Y-3269), *S. cerevisiae* M (Y-4242), *Z. rouxii* (Y-4659), *S. bacillaris* (Y-4015), *L. thermotolerans* (Y-4532). Штамм *S. ludwigii* 8 (Y-2012) проявил совместимость со штаммами *S. stipites* (Y-3264) и *S. cerevisiae* M (Y-4242). Штамм дрожжей *T. delbrueckii* (Y-1539) выявил совместимость только с *L. thermotolerans* (Y-4532). Вследствие низкой совместимости при сокультивировании *S. ludwigii* 8 (Y-2012) и *T. delbrueckii* (Y-1539) не были включены во второй этап тестирования на совместимость.



Биосовместимость дрожжевых микроорганизмов

Тест	Штаммы (Y-)	4242	3269	4532	4015	4659	2012	1539	3264	2039
I	4242	К	б	б	б	б	с	А	б	б
	3269	б	К	б	б	б	А	А	б	б
	4532	б	б	К	б	б	А	с	б	б
	4015	б	б	б	К	б	А	А	б	б
	4659	б	б	б	б	К	А	А	б	б
	2012	б	А	А	А	А	К	А	с	А
	1539	А	А	с	А	А	А	К	А	А
	3264	б	б	б	б	б	с	А	К	б
II	2039	б	б	б	б	б	А	А	б	К
	4242	К	с							
	3269		К	с						
	4532			К	с					
	4015	с			К					
	4659		с			К				
	3264	б		с					К	
	2039		б		с					К

Примечание: К – контроль; А – антагонизм; с – слабый антагонизм; б – биосовместимость.

Подбор штаммов для тестирования в консорциумах проводился в случайном порядке, так как, согласно литературным данным, все исследуемые штаммы в равной степени способны к продуцированию этанола. Тестирование показало, что консорциумы с составом *Saccharomyces cerevisiae* M (Y-4242) / *Pachysolen tannophilus* (Y-3269) / *Scheffersomyces stipitis* (Y-3264) (консорциум I) и *Pachysolen tannophilus* (Y-3269) / *Lachancea thermotolerans* (Y-4532) / *Kluyveromyces marxianus* (Y-2039) (консорциум II) обладают наилучшей способностью к совместному культивированию. Эти консорциумы были использованы для сбраживания гидролизата мискантуса. В прочих консорциумах был показан слабый антагонизм какого-либо одного из штаммов.

Отобранные консорциумы были подвергнуты сбраживанию, при этом консорциумом I сбраживание осуществлялось в стационарных и нестационарных условиях, консорциумом II – только в нестационарных условиях. С использованием градуировочной зависимости была отслежена динамика содержания глюкозы в образцах по мере протекания процесса сбраживания (за исключением сбраживания с консорциумом I в стационарных условиях), а также рассчитана скорость сбраживания редуцирующего вещества (РВ) (рис., табл. 2).

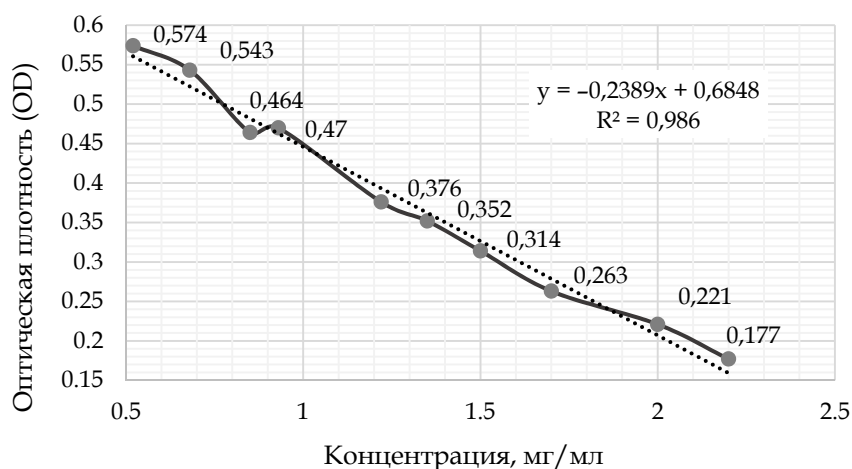


Рис. Градуировочная зависимость для определения РВ (D-глюкоза)

Таблица 2

Динамика процесса сбраживания ферментативного гидролизата

№ пробы	Время, ч	Консорциум I			Консорциум II		
		РВ, мг/мл	Конверсия РВ, %	$K_{сб}$, 10^3ч^{-1}	РВ, мг/мл	Конверсия РВ, %	$K_{сб}$, 10^3ч^{-1}
0	0	19,62	—	—	9,72	—	—
1	24	18,80	4,18	1,78	8,90	8,44	3,67
2	48	16,17	17,58	4,02	6,09	37,35	9,74
3	72	15,68	20,08	3,11	3,83	60,60	12,92
4	96	13,54	30,99	3,86	3,87	60,19	9,58
5	120	7,10	63,81	8,47	3,75	61,42	7,93
6	144	6,77	65,49	7,38	3,67	62,24	6,76

Примечание: $K_{сб}$ – константа скорости сбраживания.

Выход этанола для образцов рассчитывали с учетом исходной концентрации РВ: $14,13 \pm 0,1$ г/л и $19,64 \pm 0,1$ г/л для консорциума I в стационарных и нестационарных условиях соответственно и $9,52 \pm 0,1$ г/л для консорциума II.

Максимальная скорость сбраживания наблюдалась на пятые сутки для консорциума I и на третьи сутки для консорциума II. Однако скорость сбраживания субстрата консорциумом II была более равномерной на всем протяжении процесса. Оптимальное время сбраживания находится в диапазоне 72–120 ч, после чего наблюдаются процессы ингибирования продуктами реакции. Результат спиртового сбраживания приведен в таблице 3.



Результаты спиртового брожения

Показатель	Консорциум I		Консорциум II
	Стационарно	Нестационарно	
Исходное содержание РВ, мг/мл	14,13	19,62	9,72
Конверсия РВ, %	84,36	65,49	62,24
Содержание этанола в бражке, % об.	0,058	0,031	0,026
Выход этанола в результате сбраживания, %	7,58	3,72	6,72

Сравнивая полученные данные, можно заключить, что более эффективным в процессе спиртового брожения оказался консорциум I, состоящий из штаммов *Saccharomyces cerevisiae* M (Y-4242), *Pachysolen tannophilus* (Y-3269) и *Scheffersomyces stipitis* (Y-3264), при стационарных условиях сбраживания (84,36 % конвертированных РВ). Полученные данные в целом согласуются с литературными данными, согласно которым выход этанола можно увеличить путем совмещения в инокуляте дрожжей рода *Saccharomyces* и дрожжей, относящиеся к другим родам [3].

Более высокий уровень выхода этанола при сбраживании глюкозы с использованием консорциума I в стационарных условиях, по сравнению с результатами сбраживания в динамических условиях, может быть связан с тем, что *S. cerevisiae* и *S. stipites* являются факультативными анаэробами. Объем этанола в бражке, полученной с помощью консорциума II, также выше, что может объясняться оптимальной аэрацией *P. tannophilus* в сочетании с присутствием стрессоустойчивых продуцентов этанола *L. thermotolerans* и *K. marxianus*.

В дальнейшей работе планируется подобрать оптимальные условия сбраживания для обозначенных консорциумов для достижения более полной конверсии микроорганизмами РВ гидролизата и провести повторные испытания, которые позволят осуществить более полный статистический анализ.

Выводы

Изучена биосовместимость ряда дрожжей, полученных из коллекции ВКПМ ГосНИИгенетика: *K. marxianus* (Y-2039), *S. stipites* (Y-3264), *P. tannophilus* (Y-3269), *S. cerevisiae* M (Y-4242), *S. ludwigii* 8 (Y-2012), *Z. rouxii* (Y-4659), *S. bacillaris* (Y-4015), *L. thermotolerans* (Y-4532), *T. delbrueckii* (Y-1539). Установлено, что штаммы *K. marxianus* (Y-2039), *S. stipites* (Y-3264), *P. tannophilus* (Y-3269), *S. cerevisiae* M (Y-4242), *Z. rouxii* (Y-4659), *S. bacillaris* (Y-4015), *L. thermotolerans* (Y-4532) обладают способностью к совместному культивированию.

Созданные дрожжевые консорциумы показали высокую бродильную активность. Итоговый выход биоэтанола составил для консорциума I (*Saccharomyces cerevisiae* M (Y-4242) / *Pachysolen tannophilus* (Y-3269) /



Scheffersomyces stipitis (Y-3264)) 7,58 % в стационарных и 3,72 % в нестационарных условиях, для консорциума II (*Pachysolen tannophilus*) (Y-3269) / *Lachancea thermotolerans* (Y-4532) / *Kluyveromyces marxianus* (Y-2039)) 6,72 % в нестационарных условиях.

Несмотря на то что при использовании консорциума I (в стационарных условиях) объем получаемого биоэтанола выше по сравнению с остальными образцами, скорость конверсии РВ консорциумом II достигает максимального значения раньше и в среднем выше, в связи с чем использование консорциума II представляется более перспективным.

Список литературы

62

1. Садыков Р.Р., Хасанишин Р.Р., Илалова Г.Ф. и др. Жидкое топливо из растительной биомассы. Биоэтанол // Наука молодых – будущее России : сб. науч. ст. : в 6 т. Т. 6. Курск, 2018. С. 292–297.
2. Хабаров Ю.Г., Камакина Н.Д., Веиняков В.А. Фотометрический метод количественного определения редуцирующих сахаров в растворах // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2008. № 5. С. 129–133.
3. Цед Е.А. Природные консорциумы микроорганизмов как потенциальные источники броидильных процессов // Вестник МГУП им. Ивана Федорова. 2012. № 2. С. 13.
4. Akaracharanya A., Krisomdee K., Tolieng V. et al. Improved SSF-cellulosic ethanol production by the cellobiose fermenting yeast *Kluyveromyces marxianus* G2-16-1 // Chiang Mai Journal of Science. 2016. Т. 43, № 5. P. 985–996.
5. Azhara S., Abdullaa R., Jamboa S. et al. Yeasts in sustainable bioethanol production: A review // Biochemistry and Biophysics Reports. 2017. Vol. 10. P. 52–61.
6. Benito Á., Calderón F., Benito S. The Influence of Non-Saccharomyces Species on Wine Fermentation Quality Parameters // Fermentation. 2019. Vol. 5, № 3.
7. Cuevas M., Saleh M., Garsia-Martin J., Sanchez S. Acid and Enzymatic Fractionation of Olive Stones for Ethanol Production Using *Pachysolen tannophilus* // Processes. 2020. Vol. 8, № 2.
8. Domènech G.R., Martínez G.L., Barrera E. et al. Enhancing the tolerance of the *Starmerella bacillaris* wine strain to dehydration stress // Annals of Microbiology. 2018. Vol. 68, № 10. P. 667–676.
9. Djelal H., Chniti S., Jemni M. et al. Identification of strain isolated from dates (*Phoenix dactylifera* L.) for enhancing very high gravity ethanol production // Environmental Science and Pollution Research. 2017. Vol. 24, № 11. P. 9886–9894.
10. El Harchi M., Kachkach F.Z.F., El Mtili N. Optimization of thermal acid hydrolysis for bioethanol production from *Ulva rigida* with yeast *Pachysolen tannophilus* // South African Journal of Botany. 2018. Vol. 115. P. 161–169.
11. Esteves M., Barbosa C., Vasconcelos I., Tavares M.J. et al. Characterizing the Potential of the Non-Conventional Yeast *Saccharomyces ludwigii* UTAD17 in Wine-making // Microorganisms. 2019. Vol. 7, № 11.
12. Ferreira J., Santos V.A.Q., Cruz C.H.G. Ethanol production by co-culture of *Zymomonas mobilis* and *Pachysolen tannophilus* using banana peels hydrolysate as substrate // Acta Scientiarum. Technology. 2018. Vol. 40. P. e35169-e35169.
13. Golias H., Dumsday G.J., Stanley G.A., Pamment, N.B. Evaluation of a recombinant *Klebsiella oxytoca* strain for ethanol production from cellulose by simultaneous saccharification and fermentation: comparison with native cellobiose-utilising yeast strains and performance in co-culture with thermotolerant yeast and *Zymomonas mobilis* // Journal of biotechnology. 2002. Vol. 96, № 2. P. 155–168.



14. Karagöz P., Özkan M. Ethanol production from wheat straw by *Saccharomyces cerevisiae* and *Scheffersomyces stipitis* co-culture in batch and continuous system // *Bioresource technology*. 2014. Vol. 158. P. 286–293.

15. Nurcholis M., Lertwattanasakul N., Rodrussamee N. et al. Integration of comprehensive data and biotechnological tools for industrial applications of *Kluyveromyces marxianus* // *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2020. Vol. 104, № 2. P. 475–488.

16. Silva E.G., da, Borges A.S., Maione N.R. et al. Fermentation of hemicellulose liquor from Brewer's spent grain using *Scheffersomyces stipitis* and *Pachysolen tannophilus* for production of 2G ethanol and xylitol // *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*. 2020. Vol. 14, № 2. P. 127–137.

Об авторах

Екатерина Александровна Буденкова – магистрант, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: KBudenkova@gmail.com

Яков Андреевич Масютин – канд. хим. наук, доц., Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, Россия.

E-mail: yma1989@mail.ru

The authors

Ekaterina A. Budenkova, Master's Student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: KBudenkova@gmail.com

Dr Iakov A. Masiutin, Associate Professor, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: yma1989@mail.ru

Н. Г. Петрова, Т. А. Яковлева, Е. А. Попова

**РАСТЕНИЯ РОДА ACER L. В ДЕНДРОФЛОРЕ
КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Подведены итоги по интродукции 69 таксонов растений рода *Acer* L. в Калининградской области (с 1922 г.). Изучена история введения растений в коллекционный фонд области, таксономический состав, распространение в различных функциональных объектах озеленения, ООПТ и лесных фитоценозах области, сезонный ритм развития; определены биоморфологическая и экотипическая структуры; проведена оценка экологической пластичности и перспективности их дальнейшей интродукции. Рекомендовано дополнить список культурных ареалов 3 новыми видами: *A. mono* Maxim., *A. semenovii* Regel et Herder, *A. ukurunduense* Trautv. et C. A. Mey.).

64

The study sums up the results of the introduction of 69 taxa of the genus *Acer* L. plants in the Kaliningrad region (since 1922). The authors revise the history of the introduction of plants in the collection fund of the region, taxonomic composition, distribution in various functional objects of landscaping, protected areas and forest phytocenoses of the region, seasonal rhythm of development; identify biomorphological and ecotypic structures; assess environmental plasticity and the prospects for their further introduction. It is recommended to supplement the list of cultural areas with 3 new species (*A. mono* Maxim., *A. semenovii* Regel et Herder, *A. ukurunduense* Trautv. et C. A. Mey.).

Ключевые слова: древесные растения, акклиматизация, адаптация, интродукция, интродукционные районы, жизнеспособность, перспективность.

Keywords: woody plants, acclimatization, adaptation, introduction, introduction areas, resilience, potential.

Введение

Флора Калининградской области богата древесными растениями, одни из которых являются ценными плодовыми культурами, другие — орехоплодными, третьи широко используются в озеленении и лесном хозяйстве. За последнее время сильно изменился таксономический состав древесных растений, в озеленении региона появилось много декоративных видов и форм, ранее здесь не произраставших. Особое место среди древесных растений занимают растения рода *Acer* L., которые, будучи быстрорастущей породой, активно используются в озеленении населенных пунктов, лесоустройстве и в деревообрабатывающей промышленности.

В литературных источниках имеются лишь фрагментарные данные по таксономическому составу, распространению и адаптивному потенциалу растений данного рода в Калининградской области [5; 10; 13; 20; 21; 27; 30; 31].



Цель данной работы — на основе анализа биоразнообразия, показателей жизнеспособности и акклиматизации оценить адаптивный потенциал растений рода *Acer* L. в условиях Калининградской области.

В статье представлен пролонгированный анализ введения растений рода *Acer* L. в коллекционный фонд области (1922–2019 гг.), типологический анализ произрастающих на территории области видов, определены биоморфологические и экотопические структуры, исследован сезонный ритм развития растений в коллекции ботанического сада БФУ им. Канта (на протяжении 2008–2019 гг.), оценена жизнеспособность и перспективность растений данного рода для дальнейшей интродукции в условиях области.

Материалы и методы исследования

Материалом исследования стали растения рода *Acer* L., произрастающие в южной части Прибалтики, на территории Калининградской области. Для изучения истории введения в коллекционный фонд области данных растений использовались литературные источники [5; 7; 10; 13; 20; 21; 27–31], списки древесных растений инвентаризации ботанического сада БФУ им. И. Канта (1973, 1981, 2010, 2020), материалы инвентаризации древесных растений городского округа «Город Калининград» (2006–2008 гг.), материалы инвентаризации особо охраняемых природных территорий (ООПТ) регионального значения, осуществленной Агентством по охране, воспроизводству и использованию объектов животного мира и лесов Калининградской области с привлечением специалистов Института живых систем (ИЖС) БФУ им. И. Канта в 2015, 2017–2019 гг. Исследования проводились по общепринятым методикам, применяемым в интродукционных работах [2; 4; 6; 9; 12; 15–19]. Деление на секции дано по методике, предложенной А. И. Поярковой [22], декоративные формы — по методике Е. М. Немовой [19], классы акклиматизации — по шкалам В. П. Малеева и С. Я. Соколова [16; 23], количественная оценка этапа акклиматизации — по методике В. И. Некрасова [18]. Выявление таксономического состава осуществлялось маршрутным методом. Проведено поэтапное рекогносцировочное обследование зеленых насаждений (уличные насаждения, скверы, парки, придомовая территория) в Калининграде, Зеленоградске, Светлом, Светлогорске, Балтийске, Славске, Советске, Отрадном, Полесске, Большаково, Черняховске, Краснознаменске, Гвардейске, Янтарном. В насаждениях диагностировали основные таксационные показатели: количество деревьев (кустарников), высота и диаметр, примерный возраст, жизненное состояние. Стационарные исследования велись на базе ботанического сада БФУ им. И. Канта. Были обработаны фенологические данные ботанического сада за период 2008–2019 гг. Для фенофаз подсчитаны суммы эффективных температур ($\sum t_{эфф}$) с помощью программы Microsoft Office Excel [8].



Результаты

66

По результатам материалов немецкой дендрологической экспедиции, в 1922 г. на территории Восточной Пруссии отмечено 16 таксонов растений рода *Acer* L. [31], в «Конспекте дендрофлоры Калининградской области» (1983) – 30 [13], в «Конспекте сосудистых растений Калининградской области» (1999) – 38 [5]. За последние двадцать лет таксономический состав растений данного рода существенно пополнился новыми видами и декоративными формами. Большинство растений поступает в область в виде макромерного посадочного материала (10–12 лет) из питомников Польши, Германии и Голландии.

Изучение литературных источников, материалов ИЖС БФУ им. И. Канта, а также собственные исследования авторов свидетельствуют о том, что в области прошли интродукционные испытания 69 таксонов *Acer* L., 5 из которых в настоящее время выпали из коллекционного фонда (*A. macrophyllum* Purch. не найден при обследовании зеленых насаждений области в послевоенный период; единичные старые экземпляры *Acer platanooides* 'Reitenbachii', *Acer saccharinum* 'Wieri' и *Acer campestre* 'Erythrocarpum' засохли; *Acer saccharinum* 'Lutescens' был введен в коллекцию ботанического сада в 2015 г. и в результате механических повреждений выпал), 34 таксона – новые (рис. 1) [5; 7; 10; 13; 20; 21; 25–29].

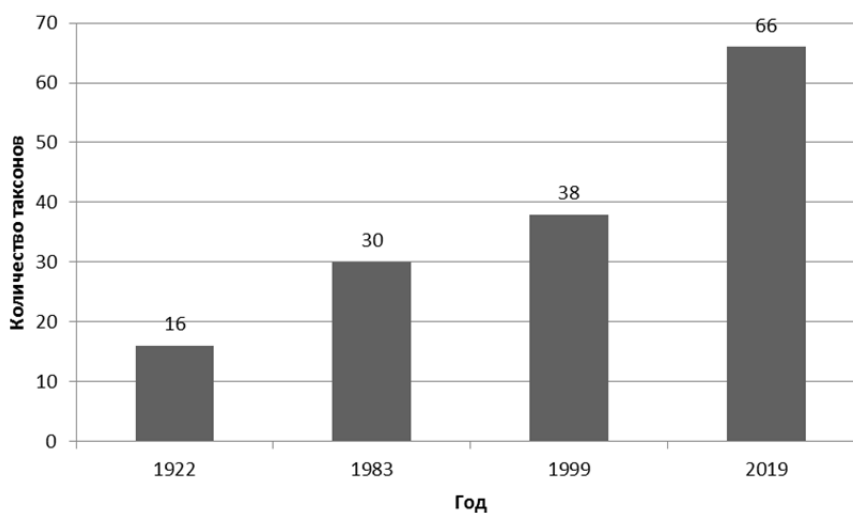


Рис. 1. Динамика таксонов растений рода *Acer* L. в дендрофлоре Калининградской области

В настоящее время в Калининградской области произрастает 66 таксонов (22 вида и 44 декоративные формы) растений рода *Acer* L.



Двадцать шесть таксонов отмечены только в коллекции ботанического сада. Два вида — местные (автохтонные): *A. platanoides* L. и *A. pseudoplatanus* L., остальные — интродуценты (виды и их декоративные формы). Один вид — *A. japonicum* Thunb. — занесен в Красную книгу России [3; 14], а *A. negundo* L. — в Черную книгу флоры Средней России и Черную книгу флоры Сибири как инвазивный вид, способный образовывать многоярусные заросли, представляющие угрозу местным видам [1, с. 512; 26].

Растения рода *Acer* L. распространены по всей территории Калининградской области. Наиболее богат их таксономический состав в Приморском интродукционном районе (44 таксона), на Среднелитовской низменности отмечено 22 таксона [7]. Они встречаются в аллеиных посадках на улицах и проспектах, а также растут группами или солитерами в скверах и парках, в лесных насаждениях. Одни таксоны встречаются наиболее часто (более 100 мест произрастания): *A. platanoides* L., *A. pseudoplatanus* L., *A. negundo* L., другие — умеренно (менее 100 мест произрастания): *A. saccharinum* L., *A. pseudoplatanus* 'Purpureum', *A. platanoides* 'Shwedleri' и др., третьи — редко (от 5 до 20 мест произрастания): *A. ginnala* Maxim., *A. rubrum* L., *A. negundo* 'Flamingo', *A. platanoides* 'Crimson King' и др. (рис. 2).

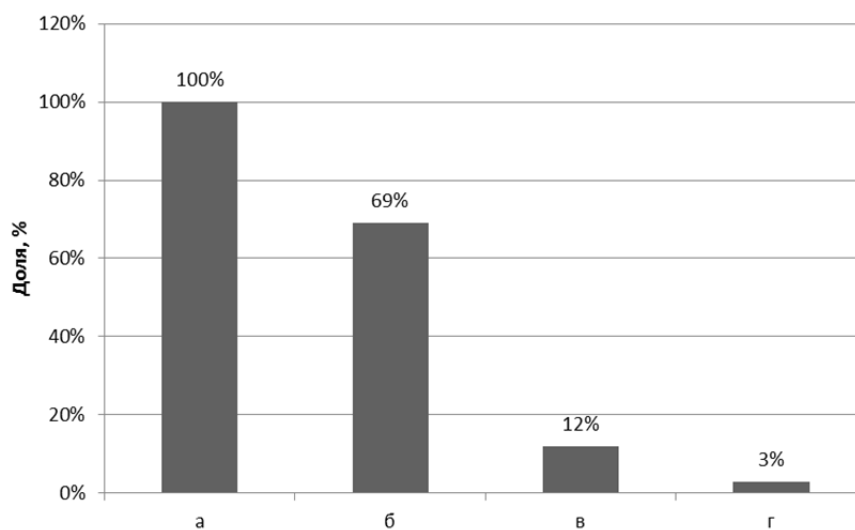


Рис. 2. Процентное соотношение растений рода *Acer* L. в различных функциональных объектах озеленения, ООПТ и лесных фитоценозах области:
 а — ботанический сад БФУ им. И. Канта; б — городские парки, скверы, набережные, уличные насаждения, придомовые насаждения; в — ООПТ;
 г — лесные фитоценозы

Виды рода *Acer* L., произрастающие в области, относятся к 11 секциям [25] (рис. 3).

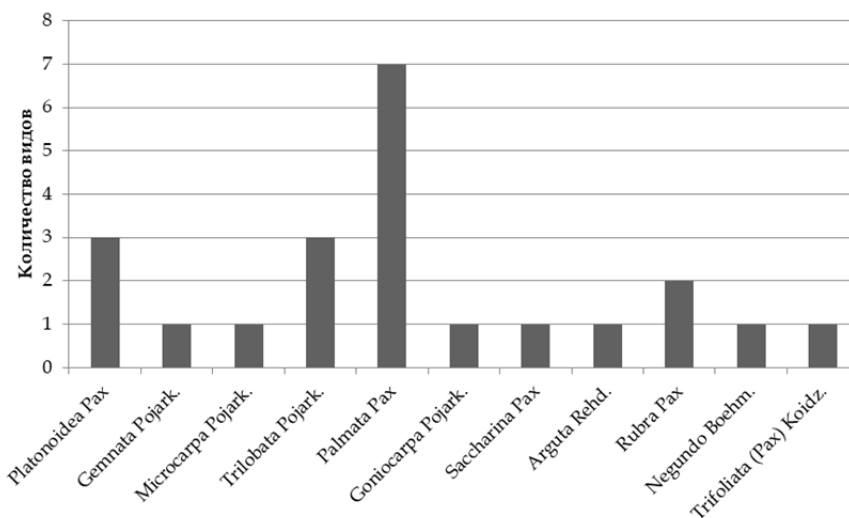


Рис. 3. Количественный состав видов рода *Acer* L. в секциях

Наиболее богато представлена секция *Palmata* Pax (7 видов): *A. palmatum* Thunb., *A. pseudosieboldianum* (Pax) Kom., *A. japonicum* Thunb., *A. shirasawanum* Koidz., *A. tegmentosum* Maxim., *A. pennsylvanicum* L., *A. sieboldianum* Miq. В остальные секции входят 1–3 вида (рис. 4). Богато и внутривидовое разнообразие – 44 декоративные формы, относящиеся к трем классам декоративности: декоративно-габитуальные, декоративно-лиственные и декоративно-плодные.

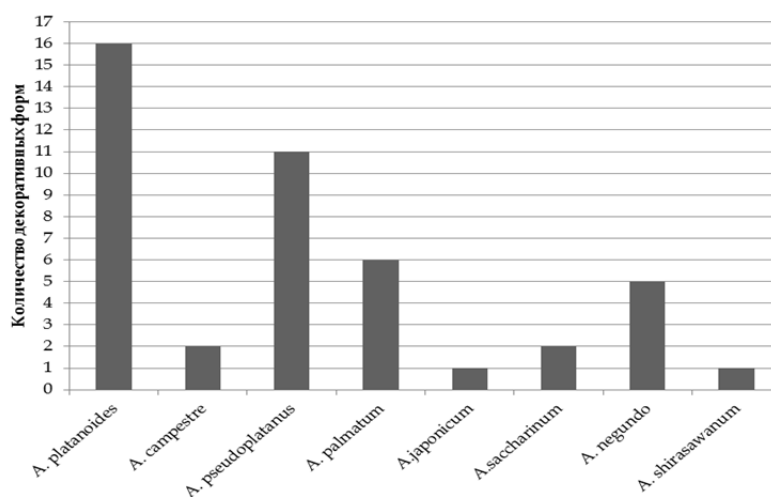


Рис. 4. Внутривидовое разнообразие растений рода *Acer* L., произрастающие на территории Калининградской области

Декоративные формы *A. platanoides* 'Purple Globe' и *A. platanoides* 'Royal Red' сочетают в себе признаки, характеризующие как листву (краснолиственность), так и форму кроны (шаровидная) (табл. 1).

Таблица 1

Декоративные формы растений рода *Acer* L., произрастающие на территории Калининградской области

Класс	Декоративно-габитуальные	Декоративно-лиственные			Декоративно-плодные	
Группа	–	С цветной сезонной окраской	С постоянной цветной окраской	Со структурно-разделенной листвой		–
Подгруппа	–	–	однотонно окрашенные	пестро окрашенные	с рассеченными листьями	–
Декоративные формы	<i>A. platanoides</i> 'Globosum', <i>A. platanoides</i> 'Globosum Select', <i>A. platanoides</i> 'Purple Globe', <i>A. platanoides</i> 'Royal Red'	<i>A. campestre</i> 'Carnival', <i>A. negundo</i> 'Violaceum', <i>A. palmatum</i> 'Atropurpureum', <i>A. palmatum</i> 'Osakazuki', <i>A. palmatum</i> 'Red Emperor', <i>A. palmatum</i> 'Satsuki-Beni', <i>A. palmatum</i> 'Shin-de-shaijon', <i>A. palmatum</i> 'Trompenburg', <i>A. platanoides</i> 'Charles Joly', <i>A. platanoides</i> 'Princeton Gold', <i>A. platanoides</i> 'Reitenbachii', <i>A. platanoides</i> 'Rubrum', <i>A. platanoides</i> 'Schwedleri', <i>A. pseudoplatanus</i> 'Atropurpurea', <i>A. pseudoplatanus</i> 'Leopoldii', <i>A. pseudoplatanus</i> 'Nizetii', <i>A. pseudoplatanus</i> 'Worleei', <i>A. japonicum</i> 'Aconitifolia'	<i>A. negundo</i> 'Aurea', <i>A. platanoides</i> 'Crimson King', <i>A. platanoides</i> 'Purple Globe', <i>A. platanoides</i> 'Royal Red', <i>A. pseudoplatanus</i> 'Purpurascens', <i>A. pseudoplatanus</i> 'Trilobatum Purpurascens', <i>Acer shirasawanum</i> 'Aureum'	<i>A. negundo</i> 'Flamingo', <i>A. negundo</i> 'Variegatum', <i>A. platanoides</i> 'Aureovariegatum', <i>A. platanoides</i> 'Drummondii', <i>A. platanoides</i> 'Waldersei', <i>A. pseudoplatanus</i> 'Esk-sunset', <i>A. pseudoplatanus</i> 'Flavo-Variegatum', <i>A. pseudoplatanus</i> 'Variegatum'	<i>A. negundo</i> 'Pseudocalifornicum', <i>A. platanoides</i> 'Lorbergii', <i>A. platanoides</i> 'Palmatifidum', <i>A. pseudoplatanus</i> 'Trilobatum', <i>A. saccharinum</i> 'Laciniatum', <i>A. saccharinum</i> 'Tripartitum'	<i>A. campestre</i> 'Erythrocarpum', <i>A. pseudoplatanus</i> 'Erythrocarpum', <i>A. platanoides</i> 'Erythrocarpum'



Наибольшее количество декоративных форм отмечено у видов *A. platanoides* L. (16) и *A. pseudoplatanus* L. (11) (рис. 4), из декоративно-лиственных преобладают формы с цветной сезонной окраской (18) (табл. 1).

Анализ по приуроченности к флористическим областям показал, что наибольшее количество видов растений рода *Acer* L. из Восточноазиатской области — 10 (*A. mono* Maxim., *A. semenovii* Regel et Herder, *A. sieboldianum* Miq., *A. shirasawanum* Koidz., *A. tegmentosum* Maxim. и пр.). Из Циркумбореальной области — 5 видов (*A. campestre* L., *A. platanoides* L., *A. pseudoplatanus* L., *A. tataricum* L. и *A. pseudosieboldianum* Pax), из Атлантическо-Североамериканской — 6 видов (*A. negundo* L., *A. rubrum* L., *A. pennsylvanicum* L., *A. spicatum* Lam., *A. saccharinum* L. и *A. saccharum* Marshal.), из Ирано-Туранской — 1 вид (*A. hyrcanum* Fisch. et C. A. Mey.) (рис. 5).

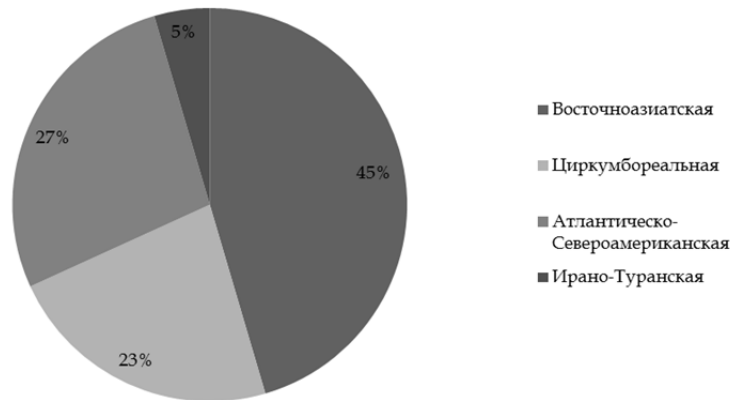


Рис. 5. Распределение растений рода *Acer* L. по флористическим областям

По широтным элементам естественных ареалов к бореально-неморальным относятся 9 видов (*A. barbinerve* Shwer., *A. platanoides* L., *A. pseudoplatanus* L., *A. palmatum* Thunb., *A. rubrum* L., *A. mandshuricum* Maxim., *A. pseudosieboldianum* Pax, *A. saccharum* Marshal., *A. tegmentosum* Maxim.), к неморальным — 8 (*A. campestre* L., *A. negundo* L., *A. ginnala* Maxim., *A. saccharinum* L., *A. tataricum* L., *A. pennsylvanicum* L., *A. spicatum* Lam., *A. mono* Maxim.) к умеренно-южным — 5 (*A. hyrcanum* Fisch. et C. A. Mey., *A. japonicum* Thunb., *A. semenovii* Regel et Herder, *A. sieboldianum* Miq., *A. shirasawanum* Koidz.) (рис. 6).

Биоморфологическая структура представлена деревьями первой величины — 5 видов (*A. platanoides* L., *A. pseudoplatanus* L., *A. rubrum* L., *A. saccharinum* L., *A. saccharum* Marshal.), деревьями второй величины — 6 (*A. barbinerve* Maxim., *A. campestre* L., *A. negundo* L., *A. mandshuricum* Maxim., *A. hyrcanum* Fisch. et C. A. Mey., *A. mono* Maxim.) и деревьями третьей величины — 11 (*A. ginnala* Maxim., *A. tataricum* L., *A. shirasawanum* Koidz., *A. tegmentosum* Maxim., *A. pennsylvanicum* L. и пр.).

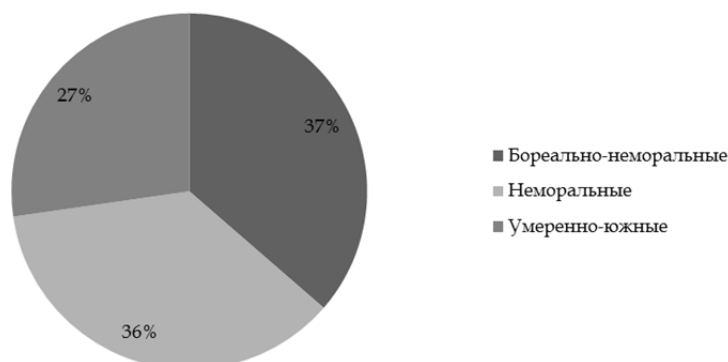


Рис. 6. Распределение растений рода *Acer* L. по широтным группам

В условиях области все растения достаточно зимостойки. Это в основном виды из третьей (9 видов), четвертой (6) и пятой (7) зон морозостойкости [11].

Среди растений рода *Acer* L. преобладают зональные бореально-неморальные и неморальные элементы, которые отличаются довольно широкой экологической амплитудой. По отношению к световому фактору растения разделились следующим образом: теневыносливые (семигелиофиты) — 18 видов (*A. barbinerve* Maxim., *A. negundo* L., *A. tataricum* L. и пр.), тенелюбивые (сциофиты) — 3 вида (*A. campestre* L., *A. platanoides* L., *A. pseudosieboldianum* L.), светолюбивые (гелиофиты) — 1 вид (*A. ginnala* Maxim.).

По отношению к условиям увлажнения выявлено по 45 % мезофитов и гигрофитов. К ксерофитам, которые приспособлены произрастать и выносить недостаток влаги в почве, относятся 2 вида (*A. saccharinum* L. и *A. tataricum* L.).

По отношению к фактору трофности отмечено эвтрофов — 12 видов (*A. platanoides* L., *A. pseudoplatanus* L., *A. palmatum* Thunb. и пр.), мезотрофов — 8 (*A. barbinerve* Maxim., *A. negundo* L., *A. ginnala* Maxim. и пр.), олиготрофов — 2 вида (*A. rubrum* L. и *A. semenovii* Regel et Herder).

Проведенные фенологические наблюдения за растениями в ботаническом саду БФУ им. И. Канта, оценка класса и этапа акклиматизации, показателей жизнеспособности позволили установить степень адаптации растений рода *Acer* L. к климатическим условиям региона.

За период с 2008 по 2019 г. средняя дата начала вегетации приходится на 13 апреля ($\sum t_{эфф} = 261,3^\circ\text{C}$), а средняя дата окончания вегетации — на 10 октября ($\sum t_{эфф} = 3706,6^\circ\text{C}$). Самым первым начинает вегетацию *A. semenovii* Regel et Herder (19 марта, $\sum t_{эфф} = 70,1^\circ\text{C}$), позже всех — *A. ukurunduense* Trautv. et C.A. Mey. (29 апреля, $\sum t_{эфф} = 469,2^\circ\text{C}$). Раньше всех заканчивает вегетацию *A. saccharum* Marshal. (9 сентября, $\sum t_{эфф} = 3230,3^\circ\text{C}$), позже всех — *A. platanoides* 'Schwedliri' (20 октября, $\sum t_{эфф} = 3820,5^\circ\text{C}$) (табл. 2).



Таблица 2

Средние даты прохождения основных фенологических фаз
для растений рода *Acer* L. (2008 – 2019 гг.)

№	Таксон	Начало вегетации	Цветение (массовое)	Конец вегетации	Плодоношение
1	<i>A. campestre</i> L.	6.04±5,7	27.04±4,5	16.10±5,7	Середина сент.
2	<i>A. campestre</i> 'Carnival'	6.04±5,7	1.05 (2019)	16.10±5,7	Не завязывает
3	<i>A. campestre</i> 'Erythrocarpum'	Вегетирует	Цветет	–	Плодоносит
4	<i>A. ginnala</i> Maxim.	8.04±3,3	12.05±4,7	03.10±4,5	Начало сент.
5	<i>A. hyrcanum</i> Fisch. et C. A. Mey.	10.04±4,3	6.05±3,6	06.10±5,4	Середина сент.
6	<i>A. japonicum</i> Thunb.	13.04±6,1	–	07.10±4,3	–
7	<i>A. japonicum</i> 'Aconitifolia'	13.04±6,1	–	07.10±4,3	–
8	<i>A. mandshuricum</i> Maxim.	25.04 (2019)	–	2.10 (2019)	–
9	<i>A. mono</i> Maxim.	14.04±5,5	24.04±4,3	30.09±4,5	Середина сент.
10	<i>A. negundo</i> L.	1.04±3,8	28.04±5,6	10.10±6,6	Начало сент.
11	<i>A. negundo</i> 'Auratum'	31.03±3,6	26.04±4,6	08.10±4,6	Начало сент.
12	<i>A. negundo</i> 'Flamingo'	27.03±4,1	25.04±3,1	11.10±5,3	Середина сент.
13	<i>A. negundo</i> 'Pseudocalifornicum'	27.03±3,5	25.04±3,8	11.10±4,9	Середина сент.
14	<i>A. negundo</i> 'Variegata'	30.03±3,6	17.04±6,8	09.10±5,6	Начало сент.
15	<i>A. negundo</i> 'Violaceum'	Вегетирует	Цветет	–	Плодоносит
16	<i>A. palmatum</i> Thunb.	14.04±5,4	6.05±5,5	12.10±7,2	Середина сент.
17	<i>A. palmatum</i> 'Atropurpurea'	11.04±4,2	3.05±4,1	10.10±5,7	Середина сент.
18	<i>A. palmatum</i> 'Osakazuki'	12.04±4,01	1.05 (2019)	14.10±5,4	Не завязывает
19	<i>A. palmatum</i> 'Red Emperor'	11.04±5,4	–	10.10±5,7	–
20	<i>A. palmatum</i> 'Satsuki-Beni'	17.04±3,7	5.05±3,3	12.10±4,8	Не завязывает
21	<i>A. palmatum</i> 'Shin-de-shaijon'	17.04±4,8	6.05±4,0	14.10±6,5	Не завязывает
22	<i>A. palmatum</i> 'Tronpenburg'	15.04±4,0	12.05 (2019)	12.10±6,2	Не завязывает
23	<i>A. penciloanica</i> L.	16.04±3,2	15.05±5,1	26.09±4,3	Конец сент.
24	<i>A. platanoides</i> L.	24.04±4,4	22.04±4,5	18.10±4,8	Середина сент.
25	<i>A. platanoides</i> 'Aureovariegatum'	24.04±4,4	22.04±6,5	18.10±4,8	Конец сент.
26	<i>A. platanoides</i> 'Charles Joly'	27.04±4,3	24.04±6,5	19.10±5,4	Не завязывает
27	<i>A. platanoides</i> 'Crimson King'	26.04±3,8	22.04±4,9	17.10±7,3	Конец сент.
28	<i>A. platanoides</i> 'Drummondii'	26.04±3,4	24.04±3,8	13.10±5,1	Не завязывает
29	<i>A. platanoides</i> 'Erythrocarpum'	26.04±3,4	24.04±3,8	13.10±5,1	Конец сент. (единичные)



№	Таксон	Начало вегетации	Цветение (массовое)	Конец вегетации	Плодоношение
30	<i>A. platanoides</i> 'Globosum'	26.04±3,8	20.04±4,7	17.10±7,6	Конец сент.
31	<i>A. platanoides</i> 'Globosum Select'	27.04±4,3	26.04±4,1	13.10±5,4	Конец сент. (единичные)
32	<i>A. platanoides</i> 'Lorbergii'	25.04±5,5	23.04±6,5	18.10±4,7	Конец сент. (единичные)
33	<i>A. platanoides</i> 'Palmatifidum'	25.04±5,4	23.04±4,4	18.10±5,5	Конец сент.
34	<i>A. platanoides</i> 'Princeton Gold'	26.04±6,0	23.04±5,6	18.10±4,9	Конец сент. (единичные)
35	<i>A. platanoides</i> 'Purple Globe'	25.04±4,3	24.04±3,2	17.10±4,9	Конец сент. (единичные)
36	<i>A. platanoides</i> 'Reitenbachii'	Вегетирует	Цветет	—	Плодоносит
37	<i>A. platanoides</i> 'Rubrum'	23.04±5,02	21.04±4,9	12.10±5,8	Не завязывает
38	<i>A. platanoides</i> 'Royal Red'	14.04±6,4	23.04±5,7	17.10±4,8	Конец сент. (единичные)
39	<i>A. platanoides</i> 'Schwedliri'	24.04±4,4	24.04±6,4	20.10±4,1	Конец сент.
40	<i>A. platanoides</i> 'Walderseei'	21.04±4,4	4.05±5,9	19.09±7,4	Не завязывает
41	<i>A. pseudoplatanus</i> L.	18.04±5,5	9.05±4,7	16.10±6,2	Конец сент.
42	<i>A. pseudoplatanus</i> 'Erythrocarpum'	Вегетирует	Цветет	—	Плодоносит
43	<i>A. pseudoplatanus</i> 'Esk Sunset'	20.04±4,3	8.05±3,6	15.10±7,6	Конец сент. (единичные)
44	<i>A. pseudoplatanus</i> 'Flavo-Variegatum'	20.04±4,3	10.05±4,8	13.10±6,6	Конец сент. (единичные)
45	<i>A. pseudoplatanus</i> 'Leopoldii'	20.04±4,3	10.05±4,8	15.10±7,5	Конец сент. (единичные)
46	<i>A. pseudoplatanus</i> 'Nizeti'	18.04±6,1	15.05±4,4	02.10±6,5	Не завязывает
47	<i>A. pseudoplatanus</i> 'Purpurascens'	17.04±5,4	2.05±5,5	18.10±6,8	Середина сент.
48	<i>A. pseudoplatanus</i> 'Purpureum'	18.04±5,3	10.05±5,6	15.10±1,5	Конец сент.
49	<i>A. pseudoplatanus</i> 'Trilobatum'	20.04±4,3	10.05±5,6	15.10±5,5	Конец сент.
50	<i>A. pseudoplatanus</i> 'Trilobatum Purpurascens'	Вегетирует	Цветет	—	Плодоносит
51	<i>A. pseudoplatanus</i> 'Variegatum'	18.04±5,2	11.05±3,7	11.10±6,7	Конец сент. (единичные)
52	<i>A. pseudoplatanus</i> 'Worcei'	21.04±3,4	3.05±7,2	13.10±5,3	Конец сент. (единичные)
53	<i>A. pseudosiboldianum</i> Pax	15.04±3,5	28.04 (2019)	11.10±6,4	Середина сент.
54	<i>A. rubrum</i> L.	16.04±5,7	21.04±6,3	11.10±5,4	Начало июня



Окончание таблицы 2

№	Таксон	Начало вегетации	Цветение (массовое)	Конец вегетации	Плодоношение
55	<i>A. saccharinum</i> L.	10.04±4,9	23.03±5,8	16.10±7,9	Начало июня
56	<i>A. saccharinum</i> 'Laciniatum'	10.04±4,9	—	16.10±7,9	—
57	<i>A. saccharinum</i> 'Tripartitum'	10.04±4,9	29.03±4,8	17.10±6,4	Не завязывает
58	<i>A. saccharum</i> Marshal.	13.04±5,2	8.05±4,6	09.09±8,1	Не завязывает
59	<i>A. semenovii</i> Regel et Herder	19.03±4,0	22.05±5,7	30.09±10,2	Конец сент.
60	<i>A. shirasawanum</i> Koidz.	09.04±5,1	—	10.10±9,1	—
61	<i>A. shirasawanum</i> 'Aureum'	30.03±3,3	5.05±5,3	14.10±7,3	Не завязывает
62	<i>A. sieboldianum</i> Miq.	02.04±3,1	—	06.10±5,2	—
63	<i>A. spicatum</i> Lam.	13.04±5,2	20.05±4,2	10.10±5,1	Конец сент.
64	<i>A. tataricum</i> L.	06.04±3,3	14.05±3,9	04.10±6,2	Середина сент.
65	<i>A. termintosum</i> Maxim.	06.04±6,6	23.04±3,4	02.10±4,9	Начало сент.
66	<i>A. ukurunduense</i> Trautv. et C. A. Mey.	29.04±4,2	23.05±5,2	06.10±8,3	Конец авг.

74

Примечание: для таксонов *A. campestre* 'Erythrocarpum', *A. negundo* 'Violaecium', *A. platanoides* 'Reitenbachii', *A. pseudoplatanus* 'Erythrocarpum', *A. pseudo-platanus* 'Trilobatum Purpurascens' нет точных фенологических данных.

Разница в определении дат начала и окончания вегетации растений рода *Acer* L. обусловлена не совпадающими по годам погодными условиями — в большей степени, разницей температур. Так, для 2013 и 2018 гг. были характерны минусовые среднемесячные температуры в марте (-0,7°C и -2,2°C) [8]. Начало вегетации растений рода *Acer* L. в эти годы приходилось на конец апреля, а в годы с теплым мартом — на начало и середину апреля. Наиболее отзывчивыми к повышению среднемесячной температуры в весенний период оказались виды *A. tegmentosum* Maxim., *A. saccharinum* L., *A. tataricum* L.

Время и характер цветения и плодоношения являются важными биологическими свойствами растений. Средняя дата начала цветения за период с 2008 по 2019 г. для растений рода *Acer* L. — 29 апреля ($\sum t_{эфф} = 469,2^\circ\text{C}$). Цветение длится от 7 до 14 дней в зависимости от погодных условий в этот период и биологических особенностей таксона.

Самым первым начинает цветение *A. saccharinum* L. (23 марта, $\sum t_{эфф} = 88,2^\circ\text{C}$), последним — *A. ukurunduense* Trautv. et C. A. Mey. (23 мая, $\sum t_{эфф} = 897,6^\circ\text{C}$).

У семи таксонов (*A. shirasawanum* Koidz., *A. japonicum* Thunb., *A. japonicum* 'Aconitifolia', *A. mandshuricum* Maxim., *A. palmatum* 'Red Emperor', *A. saccharinum* 'Laciniatum', *A. sieboldianum* Miq.), которые были введены в коллекцию ботанического сада недавно, фазы цветения не отмечено.

У большинства растений рода *Acer* L. плоды созревают в конце августа — сентябре при $\sum t_{эфф}$ от 3055,3°C до 3576,3°C. Только у двух видов (*A. rubrum* L. и *A. saccharinum* L.) плодоношение происходит в июне при $\sum t_{эфф} = 1073,8^\circ\text{C}$ (биологическая особенность видов).



Тринадцать таксонов цветут, но плодов не завязывают. У двенадцати декоративных форм отмечено единичное плодоношение (*A. platanoides* 'Globosum Select', *A. platanoides* 'Lorbergii', *A. platanoides* 'Royal Red' и др.) (табл. 2).

При установлении адаптивного потенциала растений рода *Acer* L. на территории Калининградской области определены классы и этапы акклиматизации, дана оценка перспективности дальнейшей их интродукции на примере коллекции ботанического сада (табл. 3).

Таблица 3

Показатели жизнеспособности и акклиматизации растений рода *Acer* L.

75

№	Таксон	Оценка перспективности интродукции		Показатели акклиматизации		
		Сумма показателей жизнеспособности, баллы	Группа перспективности	Класс	Этап	Количественная оценка, баллы
1	<i>A. campestre</i> L.	95	I	Зд	7	68,4
2	<i>A. campestre</i> 'Carnival'	62	III	Зб	3	26,4
3	<i>A. campestre</i> 'Erythrocarpum'	95	I	Зд	7	68,4
4	<i>A. ginnala</i> Maxim.	95	I	Зд	7	68,4
5	<i>A. hyrcanum</i> Fisch. et C. A. Mey.	95	I	Зд	7	68,4
6	<i>A. japonicum</i> Thunb.	65	I	За	2	10,9
7	<i>A. japonicum</i> 'Aconitifolia'	57	I	За	2	10,9
8	<i>A. mandshuricum</i> Maxim.	68	I	За	2	16,4
9	<i>A. mono</i> Maxim.	100	I	Зг	6	58,4
10	<i>A. negundo</i> L.	100	I	Зд	7	68,4
11	<i>A. negundo</i> 'Auratum'	100	I	Зд	5	48,4
12	<i>A. negundo</i> 'Flamingo'	100	I	Зг	5	48,4
13	<i>A. negundo</i> 'Pseudocalifornicum'	100	I	Зд	5	48,4
14	<i>A. negundo</i> 'Variegata'	100	I	Зд	6	58,4
15	<i>A. negundo</i> 'Violaceum'	100	I	Зг	6	58,4
16	<i>A. palmatum</i> Thunb.	78	II	Зв	5	48,4
17	<i>A. palmatum</i> 'Atropurpurea'	100	I	Зд	5	48,4
18	<i>A. palmatum</i> 'Osakazuki'	65	III	Зб	3	26,4
19	<i>A. palmatum</i> 'Red Emperor'	68	I	За	1	6,44
20	<i>A. palmatum</i> 'Satsuki-Beni'	65	III	Зб	3	26,4
21	<i>A. palmatum</i> 'Shin-de-shaijon'	65	III	Зб	3	26,4
22	<i>A. palmatum</i> 'Tronpenburg'	65	III	Зб	3	26,4
23	<i>A. penciloanica</i> L.	83	II	Зг	6	58,4
24	<i>A. platanoides</i> 'Aureovariegatum'	80	II	Зв	5	48,4



25	<i>A. platanoides</i> 'Charles Joly'	85	II	3б	3	28,4
26	<i>A. platanoides</i> 'Crimson King'	100	I	3г	5	48,4
27	<i>A. platanoides</i> 'Drummondii'	85	II	3б	4	38,4
28	<i>A. platanoides</i> 'Erythrocarpum'	100	I	3г	6	58,4
29	<i>A. platanoides</i> 'Globosum'	100	I	3г	6	58,4
30	<i>A. platanoides</i> 'Globosum Select'	95	I	3в	5	48,4
31	<i>A. platanoides</i> 'Lorbergii'	95	I	3в	5	48,4
32	<i>A. platanoides</i> 'Palmatifidum'	95	I	3г	5	48,4
33	<i>A. platanoides</i> 'Princeton Gold'	95	I	3г	5	48,4
34	<i>A. platanoides</i> 'Purple Globe'	95	I	3г	5	48,4
35	<i>A. platanoides</i> 'Reitenbachii'	95	I	3г	7	68,4
36	<i>A. platanoides</i> 'Rubrum'	85	II	3б	3	28,4
37	<i>A. platanoides</i> 'Royal Red'	95	I	3в	4	38,4
38	<i>A. platanoides</i> 'Schwedliri'	100	I	3д	7	68,4
39	<i>A. platanoides</i> 'Walderseei'	85	II	3б	5	48,4
40	<i>A. pseudoplatanus</i> 'Erythrocarpum'	100	I	3г	7	68,4
41	<i>A. pseudoplatanus</i> 'Esk Sunset'	90	II	3в	5	47,7
42	<i>A. pseudoplatanus</i> 'Flavo-Variegatum'	90	II	3в	5	47,7
43	<i>A. pseudoplatanus</i> 'Leopoldii'	90	II	3в	5	47,7
44	<i>A. pseudoplatanus</i> 'Nizeti'	85	II	3б	4	38,4
45	<i>A. pseudoplatanus</i> 'Purpurascens'	92	I	3г	6	58,4
46	<i>A. pseudoplatanus</i> 'Purpureum'	92	I	3г	6	58,4
47	<i>A. pseudoplatanus</i> 'Trilobatum'	92	I	3г	7	68,4
48	<i>A. pseudoplatanus</i> 'Trilobatum Purpurascens'	92	I	3г	7	68,4
49	<i>A. pseudoplatanus</i> 'Flavo-Variegatum'	90	II	3в	5	47,7
50	<i>A. pseudoplatanus</i> 'Worleei'	90	II	3в	6	58,4
51	<i>A. pseudosiboldianum</i> Pax	92	I	3в	5	48,4
52	<i>A. rubrum</i> L.	92	I	3в	6	58,4
53	<i>A. saccharinum</i> L.	92	I	3г	6	58,4



54	<i>A. saccharinum</i> 'Lacinia- tum'	75	III	3а	2	17,7
55	<i>A. saccharinum</i> 'Triparti- tum'	75	III	3б	3	27,7
56	<i>A. saccharum</i> Marshal.	80	II	3б	3	27,7
57	<i>A. semenovii</i> Regel et Herder	95	I	3г	5	47,7
58	<i>A. shirasawanum</i> Koidz.	66	I	3а	1	8,14
59	<i>A. shirasawanum</i> 'Aureum'	85	II	3б	3	28,4
60	<i>A. sieboldianum</i> Miq.	66	I	3а	2	18,4
61	<i>A. spicatum</i> Lam.	100	I	3г	6	58,4
62	<i>A. tataricum</i> L.	93	I	3г	5	47,7
63	<i>A. termintosum</i> Maxim.	93	I	3г	5	48,4
64	<i>A. ukurunduense</i> Trautv. et C. A. Mey.	93	I	3г	5	48,4

На первом этапе акклиматизации находятся 2 таксона (*A. palmatum* 'Red Emperor', *A. shirasawanum* Koidz.), которые недавно введены в коллекцию сада. Класс акклиматизации 3а, т.е. в условиях области рост нормальный, но растения еще не достигли фазы цветения. По показателям жизнеспособности и дальнейшей перспективности их интродукции в Калининградской области они относятся к I группе (вполне перспективные — имеют наивысшие показатели жизнеспособности для молодых растений, сумма баллов в пределах 56–68).

На втором этапе — 5 таксонов (*A. japonicum* Thunb., *A. japonicum* 'Aconitifolia', *A. mandshuricum* Maxim., *A. saccharinum* 'Laciniatum', *A. sieboldianum* Miq.). Класс акклиматизации 3а. По показателям жизнеспособности молодые посадки относятся к I группе, а *A. saccharinum* 'Laciniatum' — к III группе (менее перспективные, сумма баллов в пределах 61–75 по шкале оценки перспективности интродукции взрослых растений).

На третьем этапе — 10 таксонов. Онтогенетически они характеризуются стадией развития, переходной от виргинильной к генеративной. Класс акклиматизации 3б (цветут, но не плодоносят). Группа перспективности у 4 таксонов (*A. platanoides* 'Rubrum', *A. saccharum* Marshal., *A. shirasawanum* 'Aureum', *A. platanoides* 'Charles Joly') II (перспективные, сумма баллов в пределах 76–90 для взрослых растений), у 6 (*A. campestre* 'Carnival', *A. palmatum* 'Osakazuki', *A. palmatum* 'Satsuki-Beni', *A. palmatum* 'Shin-de-shaijon', *A. palmatum* 'Tronpenburg', *A. saccharinum* 'Tripartitum') — III.

На четвертом этапе — 3 таксона (*A. platanoides* 'Drummondii', *A. platanoides* 'Royal Red', *A. pseudoplatanus* 'Nizeti'). Класс акклиматизации у *A. platanoides* 'Drummondii' и *A. pseudoplatanus* 'Nizeti' — 3б, у *A. platanoides* 'Royal Red' — 3в (формирует семена различных классов качества). К I группе перспективности (вполне перспективные, сумма баллов 91–100) относится *A. platanoides* 'Royal Red', к II — *A. platanoides* 'Drummondii', *A. pseudoplatanus* 'Nizeti'.



На пятом этапе – 22 таксона (*A. negundo* 'Auratum', *A. negundo* 'Pseudocalifornicum', *A. palmatum* 'Atropurpurea', *A. platanoides* 'Aureo-variegatum', *A. pseudoplatanus* 'Flavo-Variegatum', *A. semenovii* Regel et Herder, *A. ukurunduense* Trautv. et С.А. Мей. и др.). Большинство таксонов (18) относятся к классам акклиматизации 3в и 3г (последние образуют семена высокого качества), *A. platanoides* 'Walderseei' цветет, но плодов не завязывает (3б), *A. negundo* 'Auratum', *A. negundo* 'Pseudocalifornicum' и *A. palmatum* 'Atropurpurea' образуют самосев (3д). Группы перспективности I (15 таксонов), II (7 таксонов).

На шестом этапе – 12 таксонов (*A. mono* Maxim., *A. negundo* 'Variegata', *A. negundo* 'Violaceum', *A. pennsylvanica* L. и др.). Класс акклиматизации: 3 таксона – 3в, 8 таксонов – 3г, 2 таксона – 3д. У 11 таксонов группа перспективности I, *A. pseudoplatanus* 'Worleei' и *A. pennsylvanica* L. – II.

На седьмом этапе акклиматизации находятся 10 таксонов. Они обильно плодоносят и образуют семена хорошего качества (класс акклиматизации 3г), а *A. campestre* L., *A. campestre* 'Erythrocarpum', *A. ginnala* Maxim., *A. hyrcanum* Fisch. et С.А. Мей., *A. negundo* L., *A. platanoides* 'Schwedliri' размножаются самосевом (3д). По показателям жизнеспособности все растения относятся к I группе перспективности.

Калининградская область по древокультурному районированию А.И. Колесникова входит в 5-й район – «зона широколиственно-хвойных лесов – область ели, дуба и ясеня». Для этого района рекомендовано 10 видов растений рода *Acer* L. [12]. Проведенная нами оценка адаптивного потенциала растений рода *Acer* L. позволила дополнить этот список 3 новыми видами: *A. mono* Maxim., *A. semenovii* Regel et Herder, *A. ukurunduense* Trautv. et С.А. Мей. (класс акклиматизации 3г, группа перспективности I).

Выводы

Таксономический анализ показал, что в разные периоды времени начиная с 1922 г. на территории Калининградской области интродукционные испытания прошли 69 таксонов (23 вида и 46 декоративных форм). На 2019 г. нами выявлено произрастание 66 таксонов (22 вида и 44 декоративные формы).

Из долготных элементов преобладают восточноазиатские виды (45%), из широтных – бореально-неморальные (37%) и неморальные (36%).

Биоморфологическая структура растений рода *Acer* L. представлена деревьями первой (23%), второй (27%) и третьей величины (50%).

В структуре экотипов по отношению к фактору света преобладают теневыносливые (82%), к фактору влажности – мезофиты (45%) и гигрофиты (46%), по отношению к трофности – эвтрофы (55%).

Сезонное развитие растений рода *Acer* L. укладывается в рамки вегетационного периода, характерного для Калининградской области (в среднем с 5 апреля по 26 октября).



Пятьдесят семь таксонов с высокими показателями жизнеспособности (I, II группы перспективности) и степени акклиматизации (классы Зв, Зг, Зд класс) позволяют рекомендовать их для более широкого внедрения в культуру, а также использования в качестве маточников. Семь таксонов, находящихся на третьем этапе интродукции (*A. campestre* 'Carnival', *A. palmatum* 'Osakazuki', *A. palmatum* 'Satsuki-Beni', *A. palmatum* 'Shin-de-shaijon', *A. palmatum* 'Tronpenburg', *A. saccharinum* 'Tripartitum' и *A. saccharinum* 'Laciniatum'), не образующие полноценных семян, но имеющие остальные высокие показатели жизнеспособности, в дальнейшем также могут оказаться перспективными для широкого внедрения в культуру.

Список литературы

1. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Черная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. М., 2010.
2. Воскобойникова И.В. Дендрология : учеб. пособие : в 2 ч. Ч. 1 : Общая дендрология. М., 2020.
3. Генофонд растений Красной книги Российской Федерации, сохраняемый в коллекциях ботанических садов и дендрариев / отв. ред. А.С. Демидов. М., 2012.
4. Громадин А.В., Громадин А.В., Матюхин Д.Л. Дендрология : учебник. 3-е изд., перераб. и доп. М., 2019.
5. Губарева И.Ю., Дедков В.П., Напреенко М.Г. и др. Конспект сосудистых растений Калининградской области : справочное пособие / под ред. В.П. Дедкова. Калининград, 1999.
6. Деревья и кустарники СССР : в 6 т. / под ред. С.Я. Соколова. М. ; Л., 1949—1964.
7. Древесные растения ботанических садов и дендрариев Южной Прибалтики = Piete Pabaltijo botanikos sodu ir dendrariumu sumedeje augalai : монография / Л. Куткене, И. Маразайте, Л. Янушкявичюс [и др.]. Вильнюс, 1992.
8. Дневник погоды. URL: <https://www.gismeteo.ru/diary/> (дата обращения: 20.08.2020).
9. The Plant List : интернет-энциклопедия. URL: <http://www.theplantlist.org> (дата обращения: 05.06.2020).
10. Каталог растений Ботанического сада Калининградского государственного университета / В.П. Дедков, Н.Г. Петрова, И.Ю. Губарева [и др.]. Калининград, 2004.
11. Карта зимостойкости USDA. URL: <http://planthardiness.ars.usda.gov/PNWMWeb> (дата обращения: 03.06.2020).
12. Колесников А.И. Декоративная дендрология. М., 1974.
13. Конспект дендрофлоры Калининградской области / М.А. Бице, Д.А. Кнапе, Г.Г. Кученева [и др.]. Рига, 1983.
14. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / сост. Р.В. Камелин [и др.]. М., 2008.
15. Лапин П.И., Сиднева С.В. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений // Опыт интродукции древесных растений. М., 1973. С. 7—67.
16. Малеев В.П. Теоретические основы акклиматизации. Л., 1933.
17. Международный кодекс ботанической номенклатуры (Венский кодекс), принятый Семнадцатым ботаническим конгрессом, Вена, Австрия, июль 2005 г. // Российский фонд фундаментальных исследований : [официальный сайт]. URL: http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_18237 (дата обращения: 20.02.2020).



18. Некрасов В.И. Актуальные вопросы развития теории акклиматизации растений. М., 1980.
19. Немова Е.М. Садовая классификация декоративных деревьев и кустарников // Проблемы современной дендрологии : матер. междунар. науч. конф., посвященной 100-летию со дня рождения член-корреспондента АН СССР П.И. Лапина (30 июня – 2 июля 2009 г., Москва). М., 2009. С. 245–248.
20. Петрова Н.Г., Яковлева Т.А. Интродукция и адаптация растений рода *Acer* L. в природно-климатических условиях Южной Прибалтики (Калининградская область) // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры : матер. междунар. науч. конф., посвященной 80-летию Центрального ботанического сада национальной академии наук Беларуси : в 2 ч. Минск, 2012. Ч. 1. С. 240–243.
21. Петрова Н.Г., Чернышова Ю.В., Дедков В.П., Яковлева Т.А. Адаптационный потенциал и экология древесных растений Ирано-Туранского интродукционного центра в условиях Южной Прибалтики (Калининградская область) // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2014. Вып. 7: Естественные науки. С. 87–95.
22. Поляркова А.И. Ботанико-географический обзор кленов СССР в связи с историей всего рода *Acer* L. // Труды Ботанического института АН СССР. 1933. Сер. 1, вып. 1.
23. Соколов С.Я. Современное состояние теории акклиматизации и интродукции растений // Интродукция растений и зеленое строительство. Л., 1957. Сер. 6, вып. 5. С. 9–32.
24. Тахтаджян А.Л. Флористические области Земли // Жизнь растений. Т. 1. М., 1974.
25. Терехова Е.Ю. Краткий обзор и история изучения систематики рода *Acer* L. // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2009. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kratkiy-obzor-i-istoriya-izucheniya-sistematiki-roda-acer-l-1> (дата обращения: 26.03.2020).
26. Черная Книга флоры Сибири / ред. Ю.К. Виноградова, А.Н. Куприянов. Новосибирск, 2016.
27. Abromeit J. Flora von Ost- und Westpreussen. Königsberg, 1898–1940.
28. Render A. Manual of cultivated trees and shrubs hardy in North America. N.Y., 1949.
29. Krussmann G. Manual of Cultivated Conifers. Portland, 1995.
30. Führer durch die Stadtgärtnerei in Königsberg (Pr.). Königsberg, 1938.
31. Schwerin F. Jahresversammlung zu Königsberg in Pr. // Mitt. Dtsch. dendrol. Ges. 1922. Bd. 32. S. 4–52.

Об авторах

Наталья Григорьевна Петрова – канд. биол. наук, доц. Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: petrova_sov@mail.ru

Татьяна Александровна Яковлева – директор ботанического сада Балтийского федерального университета им. Иммануила Канта, Россия.

E-mail: garden.kantiana@ya.ru

Елена Александровна Попова – магистрант, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: elena_popova97@mail.ru



The authors

Dr Natalia G. Petrova, Associate Professor, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: petrova_sov@mail.ru

Tatiana A. Yakovleva, director of the Botanical Garden, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: garden.kantiana@ya.ru

Elena A. Popova, Master's Student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: elena_popova97@mail.ru

**И. А. Соснина, Т. В. Напреенко-Дорохова,
М. Г. Напреенко, Ю. Касперовичене, Ю. Каросене**

**ВИДОВОЙ СОСТАВ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ
(BACILLARIOPHYTA) ГОЛОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ
КУРШСКОГО ЗАЛИВА**

82

Представлены результаты исследования видового разнообразия диатомовых комплексов в донных отложениях юго-западной части Куршского залива. Определено 56 видов и внутривидовых таксонов, которые принадлежат к 35 родам. Среди доминирующих отмечены виды из родов *Actinocyclus*, *Aulacoseira*, *Fragilariforma* и *Staurosira*. В исследованных отложениях встречено большое количество видов, имеющих оптимальное развитие при высоком pH среды. По отношению к солености большинство идентифицированных видов пресноводные, реже солоноватоводные, что обусловлено влиянием на залив одновременно материкового стока и затоков из Балтийского моря. Полученные данные соотнесены с литологическим описанием и результатами радиоуглеродного датирования, что позволило реконструировать экологические условия исследованной территории в среднем и позднем голоцене за период 6900 – 3500 кал. л. н.

The paper presents the results of a study on species composition of diatom complexes in a sediment core from the southwestern part of the Curonian Lagoon. 56 species and intraspecific taxa, which belong to 35 genera have been identified. The species of Actinocyclus, Aulacoseira, Fragilariforma and Staurosira were recorded as dominant taxa in the bottom sediment samples. The studied sediments contain a large number of species, which demonstrate optimal development at a high pH value. Most of the identified species are freshwater inhabitants, less often the brackish-water species, that is due to be associated with the simultaneous influence of the continental runoff and water exchange with the Baltic Sea. The obtained data were analysed in terms of the lithologic description and radiocarbon dating in order to evaluate the environmental conditions in the studied area during the Mid- to Late Holocene (6500 – 3500 cal yr BP).

Ключевые слова: диатомовые водоросли, донные отложения, Куршский залив, юго-восточная часть Балтийского моря, голоцен.

Keywords: diatoms, sediments, Curonian Lagoon, southeastern Baltic Sea, Holocene.

Введение

Анализ современного состояния диатомовой флоры служит целям биомониторинга и помогает оценить степень влияния антропогенной деятельности и природных факторов на состояние водоемов, в том числе на слабоустойчивые экосистемы лагун, подобных заливам Юго-Восточной Балтики, которые подвержены постоянному воздействию



солончатых морских и пресных речных вод. Исследование современной альгофлоры северной части Куршского залива, проведенное литовскими учеными в 1985–1990 гг., показало изменение видового состава диатомей в пользу развития видов – маркеров органического загрязнения и солончатых видов [9].

Изучение видового состава диатомовых водорослей играет ключевую роль и в палеогеографических исследованиях. Благодаря хорошей сохранности кремнеземных панцирей диатомей в донных отложениях возможно их использование для идентификации видов и дальнейших палеорекоkonструкций: установления колебания уровня воды в водоеме, динамики солености, определения кислотно-щелочных условий, что в комплексе с другими видами анализов позволяет реконструировать динамику природных изменений.

Во второй половине XX в. диатомовый анализ наряду с другими методами палеоэкологических исследований получил широкое распространение, в частности в работах, посвященных юго-восточной части Балтийского моря [4; 8; 9; 13; 18]. Тем не менее существует ряд положений, не до конца выясненных или нуждающихся в уточнении [2].

Куршский залив – водоем естественного происхождения, представляющий собой пресноводную лагуну с максимальной глубиной 6 м и средней 3,8 м, отделенную от моря одноименной косой [5]. Водообмен с Балтийским морем осуществляется через пролив в северной части лагуны. Влияние стока речных систем в совокупности со слабым водообменом способствует накоплению и осаждению в донных отложениях большого количества материала, в том числе загрязняющих веществ. По состоянию на сегодняшний день залив как горячая точка антропогенного воздействия, находящаяся в списке HELCOM [12], является эвтрофным, почти гиперэвтрофным водоемом [1], что оказывает значительное воздействие на формирование доминирующих видов и развитие диатомовых комплексов в целом.

Цель настоящей работы состоит в изучении природных условий и процессов, оказавших влияние на развитие корневой части Куршской косы в среднем и позднем голоцене, по данным диатомового анализа донных отложений юго-западной части залива.

Материал и методы исследования

Полевые исследования проводились в сентябре 2018 г. в юго-западной части Куршского залива, у корня Куршской косы (рис. 1). Отбор донных отложений осуществлялся с двухкорпусной мотолодки (катамарана) Р60-34ЖЕ при помощи гравитационной трубы с внутренним диаметром 72 мм с использованием мягкого вкладыша. В ходе полевых работ была отобрана колонка ЗР (54° 57' 55,6" с.ш., 20° 32' 50,0" в.д.) мощностью 90 см.

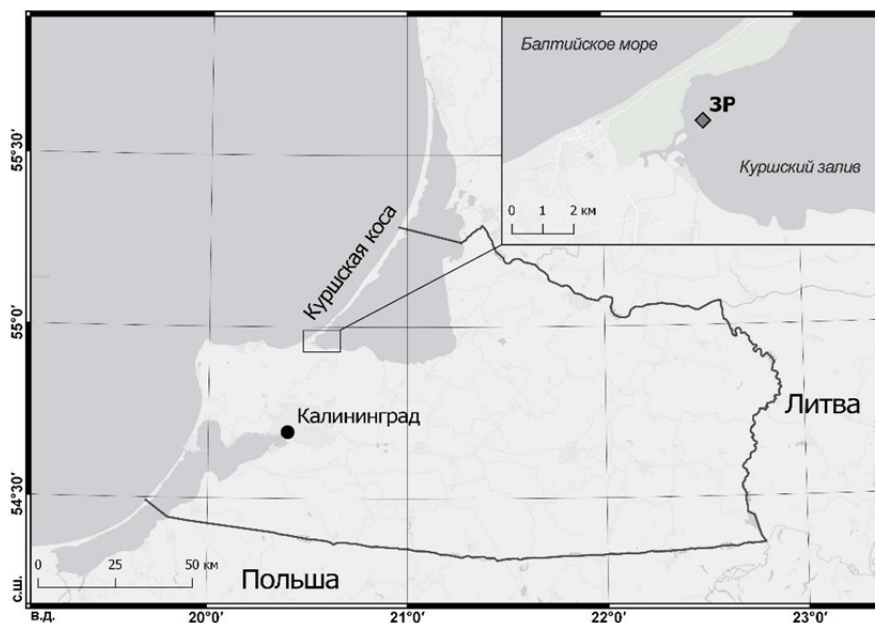


Рис. 1. Карта исследуемого района и расположения точки отбора колонки донных отложений (ЗР)

Первичная обработка керна осуществлялась в лаборатории геологии Атлантики Атлантического отделения Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, химическая обработка проб для диатомового анализа и таксономическое определение диатомей проводились на базе Центра исследований природы (Вильнюс, Литва). Пробы обрабатывали в соответствии со стандартной методикой [6]. Просмотр и определение видов производились с помощью микроскопа Nikon Eclipse Si-L при увеличении 400х, 600х и 1000х, подсчет водорослей велся до суммы не менее 300 створок в одной пробе. Для идентификации таксонов использовали определители [7; 10; 14], основные экологические характеристики взяты из работ [3; 17] и обобщены в представленные ниже группы:

1. По местообитанию: планктонные, донные и виды-обрастатели.
2. По галобности:
 - а) олигогалобные, обитающие в пресных или слабосоленых водах с минерализацией 0,01–5‰;
 - б) галофильные, обычно живущие в пресной воде, но незначительное повышение NaCl для них благоприятно, обильны при минерализации $\geq 0,5\%$;
 - в) мезогалобные — обитают в солоноватых водоемах при солености от 0,2 до 30‰.
3. По предпочтениям в отношении рН среды:
 - а) алкалибионтные, развивающиеся при рН выше 7;
 - б) алкалофильные, распространенные при рН выше 7, но не более 8,5;



- в) индифферентные, предпочитающие рН около 7;
 г) ацидофильные, развивающиеся при рН ниже 7 и выше 5,5.

Номенклатура приведена в соответствии с международной базой альгологических данных AlgaeBase [18].

Для двух образцов донных отложений выполнено радиоуглеродное датирование методом ускорительной масс-спектрометрии (AMS) в ЦКП «Лаборатория радиоуглеродного датирования и электронной микроскопии» Института географии РАН совместно с Центром изотопных исследований Университета Джорджии (США), а также в Познаньской лаборатории радиоуглеродных исследований (Познань, Польша). Калибровка радиоуглеродных датировок выполнена с применением программы CALIB, версия 7.1.0 14ChronoCentre, Queens University Belfast, с использованием калибровочной кривой IntCal13 [13]. Календарный возраст рассчитывался как среднее значение в пределах доверительного интервала $\pm 1\sigma$. Возраст исследуемых горизонтов определялся методом интерполяции между полученными с помощью радиоуглеродного датирования значениями.

Результаты исследования

Литологическое строение донных отложений.

В ходе полевых исследований было выполнено первичное литологическое описание керна донных отложений (табл. 1). Донные отложения в юго-западной части Куршского залива представлены двумя разными типами осадков: нижняя часть колонки (89,5–50 см) сложена чередующимися торфяными и торфосапропелевыми отложениями, вышележащие отложения (50–25 см) представлены темно-оливковым илом, в котором имеется прослой с вкраплениями раковин моллюсков в интервале 38–40 см. Отложения верхних горизонтов (0–25 см) не были отобраны ввиду разжиженности осадка.

Таблица 1

Литологическое описание донных отложений колонки ЗР

Горизонт, см	Тип отложений
25–38	Темно-оливковый ил
38–40	Скопление мелких раковин моллюсков
40–50	Темно-оливковый мелкоалевритовый ил
50–78	Торфосапропель
78–80	Торф
80–83	Торфосапропель
83–85	Торф
85–89,5	Торфосапропель

Радиоуглеродное датирование.

Результаты радиоуглеродного датирования представлены в таблице 2. На основе полученных датировок методом интерполяции между



известными значениями была рассчитана возрастная модель, которая позволила установить, что изученные отложения сформировались в среднем и позднем голоцене (6914 – 2817 кал. л. н.).

Таблица 2

Результаты радиоуглеродного датирования образцов колонки ЗР

Глубина, см	Код лаборатории	Датируемый материал	Возраст по 14С, л. н.	Календарный возраст, кал. л. н.
52 – 54	Poz-110588	Торфосапропель	5340±40	6048
87 – 89,5	IGANAMS 6841	Торфосапропель	6015±20	6867

86

Диатомовый анализ.

Для палеоэкологической реконструкции гидрологических условий водоема были выбраны три разных по структуре отложений горизонта с целью проверки гипотезы о значительном различии в видовом составе танатоценозов диатомовых водорослей, отложившихся в различные климатические стадии голоцена, что, скорее всего, было следствием изменений в окружающей обстановке.

В образцах донных отложений было определено 56 видов и внутри-видовых таксонов диатомовых водорослей, относящихся к 35 родам (табл. 3). Изменения в количественном соотношении диатомовых комплексов позволили выделить доминантные (10–5 %) и субдоминантные виды (5–1 %), а также виды с единичной встречаемостью (<1 %) в трех исследуемых горизонтах. Максимально многочисленным видом во всех горизонтах является *Fragilariforma virescens* и ее разновидности.

Таблица 3

Процентное соотношение встречаемости видов по горизонтам в колонке ЗР

№	Вид	Встречаемость таксона на разных глубинах (горизонтах), %		
		31 см	47 см	75 см
1	<i>Actinocyclus normanii</i>	11,95	0	0
2	<i>Actinocyclus normanii f. subsalsa</i>	9,20	0	0
3	<i>Amphora libyca</i>	0,01	0,01	0,002
4	<i>Amphora ovalis</i>	0	0,004	0,005
5	<i>Anomoeoneis sphaerophora</i>	0	0	0,002
6	<i>Aulacoseira ambigua</i>	0	2,95	11,75
7	<i>Aulacoseira granulata</i>	9,38	5,71	5,97
8	<i>Aulacoseira islandica</i>	0,18	0,37	1,79
9	<i>Aulacoseira italica</i>	0	0,18	0,60
10	<i>Caloneis cf. bacillum</i>	0	0	0,002
11	<i>Caloneis silicula</i>	0	0	0,003
12	<i>Cavinula scutelloides</i>	0,74	0,55	0,60
13	<i>Cocconeis neodiminuta</i>	0	0,18	0
14	<i>Cocconeis placentula</i>	0	0	0,002
15	<i>Craticula cuspidata</i>	0	0	0,002
16	<i>Cyclostephanos dubius</i>	0	0	0,001



№	Вид	Встречаемость таксона на разных глубинах (горизонтах), %		
		31 см	47 см	75 см
17	<i>Cyclotella</i> sp.	3,68	0,37	0
18	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	0	0	0,40
19	<i>Cymatopleura elliptica</i>	0	0	0,001
20	<i>Cymboppleura inaequalis</i>	0	0,001	0,001
21	<i>Diploneis elliptica</i>	0,02	0,01	0,01
22	<i>Epithemia adnata</i>	0,01	0,004	0,003
23	<i>Fragilaria inflata</i> var. <i>istvanffy</i>	0,74	0,92	0
24	<i>Fragilariforma virescens</i>	38,26	36,3	63,5
25	<i>Gomphonema</i> sp.	0,01	0	0
26	<i>Gomphonema parvolum</i>	0	0,001	0
27	<i>Gyrosigma attenuatum</i>	0,03	0,02	0,02
28	<i>Hantzschia amphioxys</i>	0,01	0	0
29	<i>Iconella</i> cf. <i>biseriata</i>	0	0,01	0,01
30	<i>Lindavia</i> gr. <i>comta</i>	0	0,18	0
31	<i>Navicula</i> sp.	0	0,18	0
32	<i>Navicula radiosa</i>	0	0,01	0,001
33	<i>Nitzschia</i> sp.	0	0,001	0
34	<i>Nitzschia palea</i>	0	0	0,20
35	<i>Opephora</i> sp.	0	0,20	0
36	<i>Paraplaconeis</i> cf. <i>placentula</i>	0	0	0,001
37	<i>Pinnularia</i> sp.	0,01	0	0
38	<i>Pinnularia microstauron</i>	0	0	0,002
39	<i>Pinnularia viridis</i>	0,01	0,004	0,01
40	<i>Placoneis clementis</i>	0	0,18	0
41	<i>Placoneis</i> gr. <i>gastrum</i>	0	0	0,002
42	<i>Planothidium</i> sp.	0,01	0	0
43	<i>Planothidium lanceolatum</i>	0	0	0,001
44	<i>Pseudostaurosira brevistriata</i>	0,92	0	0,2
45	<i>Pseudostaurosira parasitica</i>	0	0,18	0
46	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	0	0	0,20
47	<i>Stauroneis anceps</i>	0	0,001	0,002
48	<i>Staurosira construens</i>	0	0	0,20
49	<i>Staurosira inflata</i>	10,49	37,79	9,16
50	<i>Staurosira venter</i>	3,68	6,27	0,40
51	<i>Staurosirella pinnata</i>	8,83	5,90	2,99
52	<i>Staurosirella martyi</i>	0	0	1,19
53	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	0,92	0,18	0
54	<i>Stephanodiscus minutulus</i>	0,18	0,74	0,20
55	<i>Stephanodiscus</i> gr. <i>rotula</i>	0,74	0,37	0,60
56	<i>Surirella librile</i>	0	0	0,002

Для проведения последующей палеоэкологической реконструкции была составлена диаграмма распределения диатомовых комплексов в трех исследованных горизонтах (рис. 2), помимо этого было подсчитано процентное соотношение водорослей по таким экологическим характеристикам, как местообитание, отношение к солености и предпочтительность pH среды (рис. 3).

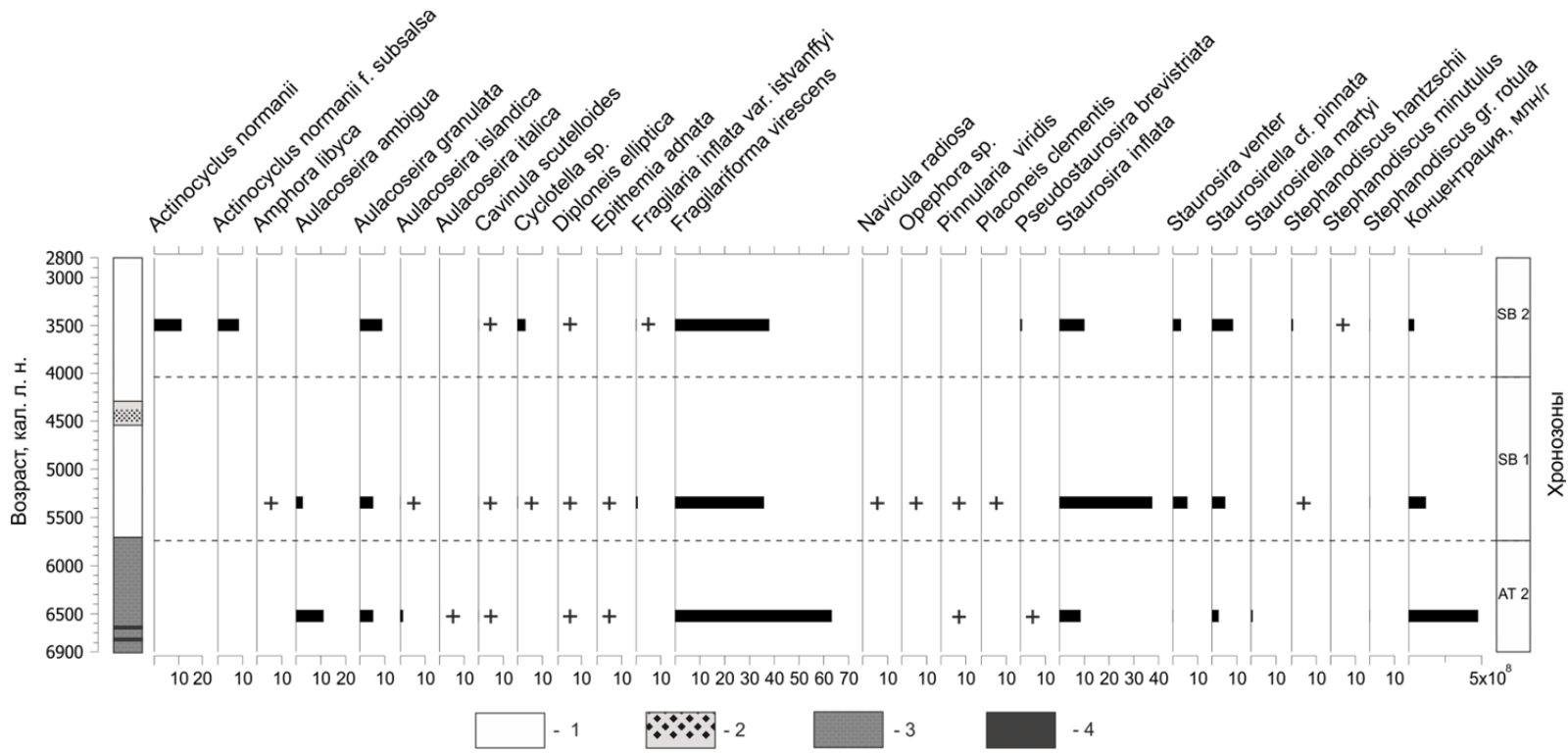


Рис. 2. Распределение наиболее значимых видов диатомовых водорослей в колонке ЗР:
 1 – ил; 2 – скопление раковин моллюсков; 3 – торфосапрель; 4 – торф, + – единичная встречаемость видов (<1 %)

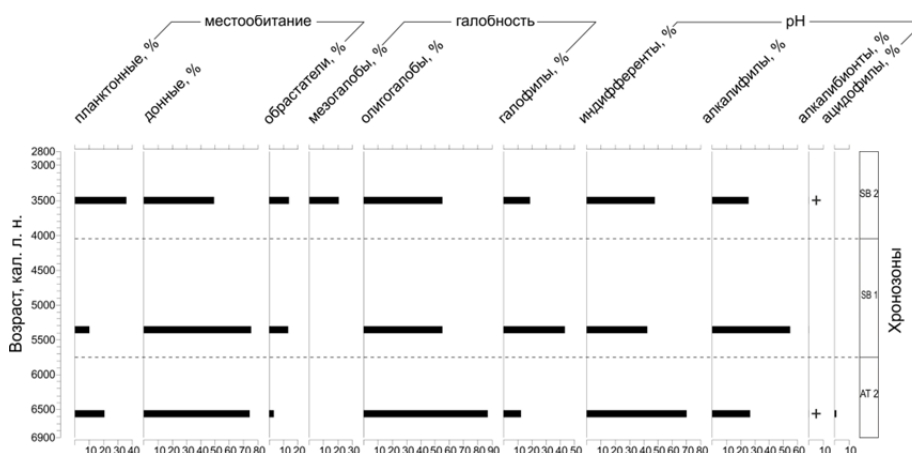


Рис. 3. Процентное соотношение экологических групп диатомовых водорослей в исследованных горизонтах

Вторая половина атлантического периода (возраст исследованных отложений – 6914–5731 кал. л. н.). Комплекс диатомей, существовавший приблизительно 6500 кал. л. н., является наиболее богатым по количеству створок (485 млн/г) и видов в сравнении с остальными изученными горизонтами. В исследуемом интервале идентифицировано 38 видов из 22 родов. В диатомовом комплексе значительно доминирует бентосный колониальный вид *Fragilariforma virescens* (63,5 %), индифферентный к солености, отмечено присутствие планктонного *Aulacoseira ambigua* (11,7 %) и бентосного *Staurosira inflata* (5,9 %). Среди субдоминантов отмечается присутствие алкалифильных обрастателей *Staurosirella pinnata* (3 %) и *St. martyi* (1,1 %). В единичном количестве встречаются холодолюбивые виды *Aulacoseira islandica* (1,8 %) и *A. italica* (0,5 %). Доминантно-субдоминантный комплекс преимущественно сформирован алкалифильными, индифферентными или олигогалобно-слабогалофильными видами. Бентосные формы преобладают над планктонными. Отмечена единичная встречаемость бентосных видов *Cavinula scutelloides*, *Pinnularia viridis* и обрастателя *Epithemia adnata*, а также солоноватоводных *Anomoeoneis sphaerophora* и *Cyclotella meneghiniana*. По отношению к pH среды в данном горизонте преобладают индифферентные виды, также отмечено присутствие небольшого процента ацидофилов (*Aulacoseira islandica*).

Начало суббореального периода (возраст исследованных отложений – 5731–4041 кал. л. н.). Комплекс диатомей, сформировавшийся около 5350 кал. л. н., характеризуется сокращением численности (до 127 млн/г) и изменениями в доминантно-субдоминантном комплексе. В данном горизонте определено 33 вида из 20 родов. В отложениях данного горизонта преобладают бентосная галофильная *Staurosira inflata* (37,7 %), численность которой возросла более чем в 3 раза, и *Fragilariforma virescens* (36,3 %), доля которой сократилась в 2 раза в сравнении с ранее описанным комплексом. Среди доминантов появляются коло-



ниальные обрастатели: пресноводная *Staurosira venter* (6,2 %) и галофильная *Staurosirella pinnata* (5,8 %). Также среди преобладающих видов встречена планктонная *Aulacoseira ambigua* (2,9 %), однако ее численность сокращается в сравнении с нижележащими осадками. Полностью исчезает *Staurosirella martyi* – бентосный вид, закрепляющийся на песчинках. Возрастает численность вида *Stephanodiscus minutulus*, предпочитающего эвтрофные водоемы. Также увеличивается количество солоноватоводных видов (*Amphora libyca*, *Placoneis clementis*), но они представлены единичными створками. Возрастает процент алкалофильных видов диатомовых, в сравнении с другими изученными горизонтами алкалобионты или ацидофилы не обнаружены.

Вторая половина суббореального периода (возраст исследованных отложений – 4041–2817 кал. л. н.). В комплексе диатомей, существовавших 3510 кал. л. н., прослеживается тенденция к сокращению численности видов и внутривидовых таксонов, это наиболее обедненный створками диатомовых горизонт (41 млн/г). В исследованных отложениях идентифицировано 24 вида из 14 родов. В значимых количествах отмечено присутствие донных обитателей: *Fragilariforma virescens* (38,3 %), доминирующей во всех трех рассмотренных горизонтах, и *Staurosira inflata* (10,48 %), численность, которой сократилась приблизительно в 3 раза. Отмечено появление планктонных мезогалобных диатомовых водорослей *Actinocyclus normanii* (11,9 %), *A. normanii f. subsalsa* (9,1 %), не встречавшихся в ранее рассмотренных осадках и предпочитающих эвтрофные условия с повышенным содержанием органических веществ. Увеличилась концентрация вида *Aulacoseira granulata* (9,38 %), в то время как *A. ambigua* полностью исчезла. Значительно выросла концентрация планктонных форм. Идентифицированные виды преимущественно олигогалинные, в меньшей степени галофильные (*Staurosira inflata*). Отмечается увеличение концентрации диатомовых рода *Cyclotella* (3,6 %) и *Pseudostaurosira brevistriata* (0,92 %), предпочитающих эвтрофные водоемы, количество створок вида *Gyrosigma attenuatum*, чувствительного к нагрузке биогенами, наоборот, сокращается. Более половины видов предпочитают рН около 7, отмечено единичное присутствие алкалобионтных видов.

Обсуждение результатов

Анализ видового состава диатомовой флоры, подкрепленный радиоуглеродными датировками и литологическими данными, позволил реконструировать палеоэкологические изменения в юго-западной части Куршского залива в среднем и позднем голоцене.

В соответствии с полученными датировками нижние торфяные и торфосапропелевые горизонты сформировались в период 6900–5800 кал. л. н. В это время территория представляла собой низинный участок суши, занятый водно-болотной экосистемой и подверженный периодическим подтоплениям, что подтверждается чередующимися слоями торфа и торфосапропеля. Судя по постоянному присутствию



эпифитных видов диатомовых водорослей, предпочитающих стоячие (*Fragilariforma virescens*, *Stephanodiscus gr. rotula*) или медленно текущие воды (*Staurosirella pinnata*), на этом этапе развития отсутствовали резкие колебания уровня водоема. Присутствие видов, предпочитающих влажные и прохладные условия (*Aulacoseira islandica*, *A. italica*), доминирующее число пресноводных видов также подтверждают гипотезу о заболоченной местности. Ранее проведенные исследования на озере Чайка [15], расположенном в центральной части российской территории Куршской косы, дают возможность предположить наличие здесь в период 6900–5800 кал. л. н. влажного сильнообводненного черноольшаника.

Приблизительно 5800 лет назад данная территория оказалась затопленной за счет изменения уровня формировавшейся Куршской лагуны. Это подтверждается сменой условий осадконакопления: торфосапелевые отложения сменяются мелкоалевритовыми илами с включениями раковин моллюсков выше по разрезу. Видовой состав диатомового комплекса в этот период также претерпевает изменения. Увеличивается концентрация створок галофильных видов *Staurosira inflata*, *St. pinnata*, *Amphora libyca*. Отмечено появление эпифитного *Staurosira venter*, хорошо адаптирующегося к резкой смене условий окружающей среды. О смене условий также говорит появление большого количества индифферентных видов и увеличение числа планктонных форм.

В верхней части исследуемого керна отмечены условия, присущие заливу на современном этапе развития. Можно предположить, что около 3500 лет назад уровень трофности водоема был сопоставимым с современным, что оказало влияние на формирование видового состава доминантного комплекса диатомовых водорослей. Появились виды, предпочитающие эвтрофные, даже гиперэвтрофные условия, такие как планктонные мезогалобные диатомовые рода *Actinocyclus* и вид *Stephanodiscus hantzschii*. Сравнительно низкая численность бентосных диатомей родов *Navicula* и *Nitzschia* может быть обусловлена недостатком света ввиду повышенной продуктивности лагуны. На современном этапе развития водоема вид *Actinocyclus normanii* доминирует в летнем фитопланктоне Куршского залива [9; 11], что, в свою очередь, подтверждает предположение об отсутствии значительных изменений в характере гидрологического режима водоема на протяжении последних 3500 лет.

Во всех трех горизонтах зафиксировано присутствие в большом количестве алкалофильных и индифферентных видов, в отложениях атлантического периода отмечен небольшой процент ацидофильных видов.

Выводы

В результате исследования реконструированы палеоэкологические изменения в юго-западной части Куршского залива в среднем и позднем голоцене, сделаны выводы о смене экологических условий



исследуемой территории. Установлено существование экосистемы влажного сильнообводненного черноольшаника в период 6900—5800 кал. л. н. Внутри данного периода отмечены два кратковременных интервала с более засушливыми условиями (6800—6750 кал. л. н. и 6680—6630 кал. л. н.), которые маркируются торфяными горизонтами в цельной торфосапропелевой толще. Около 5800 кал. л. н. произошел подъем уровня лагунных вод, исследуемая территория была затоплена, что подтверждается сменой отлагаемого материала и изменением численности доминирующих видов диатомовых водорослей. Отложения, датированные 3500 кал. л. н., характеризуются существованием диатомовых комплексов, схожих с современными комплексами Куршской лагуны. Это позволяет выдвинуть предположение об относительной стабильности гидрологических и гидрохимических условий на последующих этапах развития юго-западной части залива.

Полевые работы выполнены в рамках госзадания ИО РАН (тема № 0128-2021-0012), пробоподготовка – частично за счет средств Программы повышения конкурентоспособности БФУ им. И. Канта (проект 5-100), диатомовый анализ, датирование осадка из горизонта 52–54 см, интерпретация и обобщение данных – при поддержке гранта РНФ 18-77-10016, датирование осадка из горизонта 87–89,5 см – за счет средств гранта РФФИ № 18-05-80087.

Список литературы

1. Александров С.В. Многолетние изменения трофического статуса Куршского и Вислинского заливов Балтийского моря // Биология внутренних вод. 2009. №4. С. 27–34.
2. Бадюкова Е.Н., Жиндарев Л.А., Лукьянова С.А. Анализ геологического строения Куршской косы (Балтийское море) в целях уточнения истории ее развития // Океанология. 2007. Т. 47, №4. С. 594–604.
3. Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив, 2006.
4. Блажчишин А.И., Давыдова Н.Н., Квасов В.В., Хомутова В.И. Спорово-пыльцевой и диатомовый анализ 4 колонок донных отложений южной и центральной Балтики // Baltica. 1974. Т. 3. С. 119–126.
5. Гуделис В.К. Геологические и физико-географические условия залива Куршо Марес и территории, окаймляющей залив Куршо Марес. Вильнюс, 1959. С. 7–41.
6. Давыдова Н.Н. Диатомовые водоросли – индикаторы природных условий водоемов в голоцене. Л., 1985.
7. Забелина М.М., Киселев И.А., Прошкина-Лавренко А.И., Шешукова В.С. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4 : Диатомовые водоросли. М., 1951.
8. Кабайлене М.В. Развитие косы Куршо-Марес, дельты Немана и прибрежных болот // Тр. Института геологии. Вильнюс, 1967. Вып. 5. С. 181–207.
9. Касперовичене Ю.Р. Диатомовые водоросли в пресноводных водоемах Литвы : дис. ... канд. биол. наук. Вильнюс, 1990.
10. Макарова И.В., Стрельникова Н.И., Козыренко Т.Ф. и др. Диатомовые водоросли России и сопредельных стран: Ископаемые и современные. Т. 2, вып. 3. СПб., 2002.



11. Ланге Е.К. Фитопланктонный комплекс российской части Куршского залива (2001–2007 гг.) // Известия Калининградского государственного технического университета. 2013. №28. С. 87–94.

12. Helsinki commission (2013): Final report on Implementation of hot spots programme under the Baltic Sea Joint Comprehensive Environmental Action Programme, 1992–2013. Copenhagen, 2013.

13. Kabašiliene M. Water level changes in SE Baltic based on diatom stratigraphy of Late Glacial and Holocene deposits // Geologija. 1999. №29. P. 15–29.

14. Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae : T. 1–4 // Süßwasserflora von Mitteleuropa : Bdn. 2/1–2/4 / hrsg. von H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig, D. Moltenhauer. Gustav Fischer Verlag, 1986–1991.

15. Napreenko M.G., Orlov A.V., Napreenko-Dorokhova T.V. et al. Preliminary data on formation and depositional environments of lake Chaika in the central part of the Curonian Spit (Kaliningrad Region, Russia, South-Eastern Baltic) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 438.

16. Reimer P.J., Bard E., Bayliss A. et al. IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0–50,000 Years cal BP // Radiocarbon. 2013. Vol. 55, №4. P. 1869–1887.

17. Witkowski A. Recent and fossil diatom flora of the Gulf of Gdansk, Southern Baltic Sea. Origin, composition and changes of diatom assemblages during the Holocene. Berlin ; Stuttgart, 1994. (Bibl. Diatomol. ; Bd. 28).

18. AlgaeBase: Global algal database of taxonomic, nomenclatural and distributional information. URL: <https://www.algaebase.org/> (дата обращения: 16.06.2020).

Об авторах

Ирина Александровна Соснина – ст. лаборант, Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН; магистрант, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: iraco05@gmail.com

Татьяна Владимировна Напреенко-Дорохова – канд. геогр. наук, науч. сотр., Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Россия.

E-mail: tnapdor@gmail.com

Максим Геннадьевич Напреенко – канд. биол. наук, науч. сотр., Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Россия.

E-mail: maxnapr@gmail.com

Юрате Касперовичене – канд. биол. наук, ст. науч. сотр., Институт ботаники, Центр исследований природы, Литва.

E-mail: jurate.kasperoviciene@gamtc.lt

Юрате Каросене – канд. биол. наук, ст. науч. сотр., Институт ботаники, Центр исследований природы, Литва.

E-mail: jurate.karosiene@gamtc.lt

The authors

Irina A. Sosnina, Laboratory Assistant, Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences; Master's Student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: iraco05@gmail.com



Dr Tatiana V. Napreenko-Dorokhova, Research Fellow, Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Russia.

E-mail: tnapdor@gmail.com

Dr Maxim G. Napreenko, Research Fellow, Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Russia.

E-mail: maxnapr@gmail.com

Dr Jūratė Kasperovičienė, Senior Researcher, Institute of botany, Nature Research Centre, Lithuania.

E-mail: jurate.kasperoviciene@gamtc.lt

Dr Jūratė Karosienė, Senior Researcher, Institute of botany, Nature Research Centre, Lithuania.

E-mail: jurate.karosiene@gamtc.lt

УДК 616-089.86
616.37-006.2+617.553

А. В. Евтихов, Е. Д. Любивый, В. Л. Ким

**ПЕРВЫЙ ОПЫТ НАЛОЖЕНИЯ
ЧРЕСКОЖНОГО ГАСТРОЦИСТОАНАСТОМОЗА
ПРИ ЛЕЧЕНИИ КИСТЫ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ**

95

Описывается клиническое наблюдение первого опыта оперативного лечения постнекротической кисты поджелудочной железы методом наложения чрескожного гастроцистоанастомоза. Оперативное лечение было выполнено под эндотрахеальным наркозом с использованием фиброгастроскопии и лучевых методов контроля (аппаратов УЗ-навигации и рентген-оборудования). Использовался усовершенствованный набор Лундерквиста. Применялась методика Сельдингера, представляющая собой малотравматичное пункционное чрескожное чрезжелудочное вмешательство: пункцию и двойное дренирование кисты поджелудочной железы (трансжелудочно и внеорганно). Сокращены время операции и сроки общего лечения. Осложнения отсутствовали. В течение более чем года рецидива заболевания нет.

The study provides a clinical observation of the first surgical experience of a postnecrotic pancreatic cyst by applying percutaneous cystogastrostomy. Surgical treatment was performed under endotracheal anesthesia under the control of a fibrogastroscope and radiation methods (ultrasound navigation devices and x-ray equipment). The surgery made use of an improved Lunderquist set and the Seldinger technique, which is a low-traumatic percutaneous intervention: puncture and double drainage of the pancreatic cyst TRANS-pancreatically and extra-organically. It resulted in reduced surgery time and total treatment time. No complications have been diagnosed since the surgery and there has been no recurrence of the disease for more than a year.

Ключевые слова: хронический панкреатит, дренирование кист, гастроцистоанастомоз, чрескожное дренирование.

Keywords: chronic pancreatitis, drainage of cysts, cystogastrostomy, percutaneous drainage.

Введение

Заболеваемость деструктивным панкреатитом не имеет тенденции к снижению, особенно у лиц трудоспособного возраста, что создает определенную социальную проблему. Одним из исходов этой патологии является образование постнекротической кисты (от 7 до 80 %) [1; 2; 4; 6; 8; 9], которая может, в свою очередь, вызвать развитие множества различных серьезных осложнений с увеличением летальности с 12 до 40–85,7 % [9].



Операции наружного дренирования — один из основных и нередко единственно возможный метод хирургического лечения кист поджелудочной железы при хроническом панкреатите, показания к которому выявляются у 25–30 % пациентов [2]. У пациентов с несформированными и осложненными кистами частота применения наружного дренирования выше — до 85–95 % [2]. Однако летальность при таких операциях может достигать 30 % [4].

Внутреннее дренирование кисты — наложение цистодигестивных анастомозов — показано пациентам, у которых хорошо сформирована капсула кисты, что происходит в сроки более чем три месяца. Это удлиняет время лечения, за которое может возникнуть множество осложнений. Кроме того, сами операции характеризуются высокой частотой осложнений, которая может достигать 30–40 % [4; 6].

Эндоскопические вмешательства начали применяться около 30 лет назад. Эндоскопическое дренирование под ЭУС-наведением — один из наиболее эффективных методов. Летальность при данном методе незначительная, а частота значимых осложнений колеблется в пределах от 0,5 до 12 % [4].

Транскутантные пункционные вмешательства под контролем ультразвука применяются последние 40 лет. Сюда можно отнести как наружное дренирование, так и трансорганное дренирование, а также комбинацию данных методов. В последнее время в отдельную группу выделяют крупнокалиберное дренирование постнекротических кист.

До настоящего времени в хирургическом сообществе нет единого мнения о способах лечения таких кист, так как одни операции сложны, травматичны и дают высокий процент осложнений и летальности, а другие имеют значительное число рецидивов кистообразования [1; 4]. В литературе мы не встретили рандомизированных исследований в лечении данной патологии [5], поэтому предлагаем наш опыт применения метода чрескожного гастроцистоанастомоза при лечении постнекротической кисты.

Целью нашего исследования стала оценка эффективности применения метода чрескожного гастроцистоанастомоза при лечении постнекротической кисты. Поставлены следующие задачи: 1) описать метод операции наложения чрескожного гастроцистоанастомоза, двойного дренирования кисты поджелудочной железы; 2) описать результаты клинического наблюдения нашего опыта применения этого малоинвазивного, щадящего, однако недостаточно изученного метода.

Описание клинического наблюдения

Представляем клиническое наблюдение нашего опыта лечения кистозной формы хронического панкреатита методом наложения чрескожного гастроцистоанастомоза.

Пациент 3., 42 года, поступил в отделение 14.10.2019 г. В анамнезе — перенесенный приступ острого панкреатита около 5 лет назад, с тех



пор отмечает периодические боли в эпигастрии после погрешностей в диете (употребление алкоголя, грубой, жареной пищи). Дважды проходил стационарное лечение в отделении гастроэнтерологии по поводу обострения хронического панкреатита. При поступлении – жалобы на боли в эпигастрии опоясывающего характера, тошноту, рвоту, положительные симптомы Мейо-Робсона, Боаса, которые появились после употребления жареной пищи. Самостоятельно принимал спазмолитики, однако без эффекта. В связи с усилением болей обратился в приемное отделение ГКБСМП. Госпитализирован.

Данные врачебного обследования: пациент пониженного питания. Язык обложен белым налетом. Температура тела в норме. Артериальное давление 135/85 мм рт. ст. Дыхание везикулярное, хрипов нет. Живот умеренно вздут, болезненный в эпигастрии, где при пальпации по методам Грота определяется объемное образование размерами до 8–10 см, с гладкой плотной поверхностью, с умеренной болезненностью, перитонеальных симптомов нет. Перистальтика кишечника выслушивается. Стул был накануне, кашицеобразный. Мочеиспускание не нарушено. В анализах крови лейкоцитоз – $21,1 \times 10^9$, СОЭ – 48 мм/час, амилаза – 3336 Ед/л, креатинин – 112 ммоль/л, в остальном без особенностей. По данным УЗИ брюшной полости и забрюшинного пространства – признаки хронического панкреатита с инфильтративными изменениями воспалительного характера, в области головки и тела поджелудочной железы определяются жидкостные образования размером до 4,0×3,3 см и 10,8×5,2 см. Свободной жидкости в брюшной полости не выявлено. Данные фиброэзофагогастродуоденоскопии (ФЭГДС): эритематозная гастропатия, взбухающая деформация нижней трети тела и антрального отдела желудка за счет поддавливания извне.

Пациенту проводилась спазмолитическая, инфузионная, антибактериальная, дезинтоксикационная, антисекреторная терапия, получал инъекции октреотида. На фоне проводимого лечения достигнут умеренный положительный эффект в виде уменьшения болей, улучшения объективного состояния, нормализации лабораторных показателей. Температура тела не повышалась, отмечалось уменьшение количества лейкоцитов крови до $11,2 \times 10^9$. Однако, несмотря на лечение, уровень амилазы сохранялся высоким, в пределах 2617–4321 Ед/л. Больному выполнена компьютерная томография брюшной полости и забрюшинного пространства с контрастированием: поджелудочная железа размерами 28×19×16 мм, множественные обызвествления ткани поджелудочной железы до 4–5 мм, в области головки и тела поджелудочной железы округлой формы полостные образования размерами до 60×99×86 мм, 66×33×47 мм и 20×19×20 мм, контраст не накапливают. Толщина стенки кисты 4–7 мм. В остальном структура поджелудочной железы без особенностей.

Клиническое наблюдение разобрано на консилиуме врачей. С учетом отсутствия положительной динамики на фоне длительного консервативного лечения с применением всех возможных методов решено выполнить транскутанную гастроцистостомию.



После подготовки пациенту под эндотрахеальным наркозом под контролем фиброгастроскопа иглой Chiba 18G выполнена чрезжелудочная пункция большей кисты тела поджелудочной железы. Получена светлая опалесцирующая жидкость. Результат анализа содержимого кисты на амилазу показал 86 480 Ед/л. По методу Сельдингера по жесткому проводнику заведен мультиперфорированный дренаж с кончиком типа pig tail 8 Fr. (рис. 1, 2). Дренаж фиксирован. Далее внеорганно произведена чрезкожная пункция той же кисты. На мягком проводнике заведен второй дренаж такого же типа с кончиком pig tail 8 Fr. и также фиксирован к коже (рис. 3–5). Время операции — 15 мин.

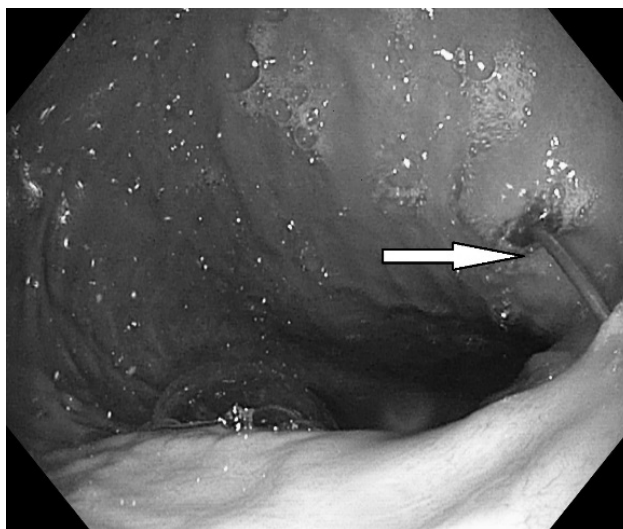


Рис. 1. Этап чрезкожной гастроцистостомии — буж в просвете желудка

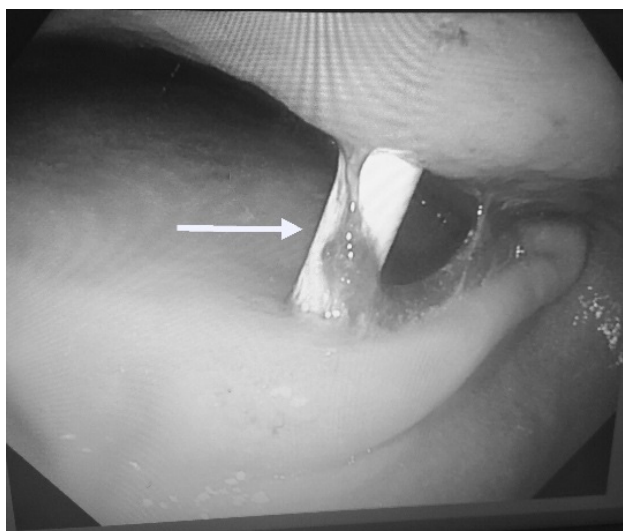


Рис. 2. Этап чрезкожной гастроцистостомии — дренаж в просвете желудка



Рис. 3. Дренаж с кончиком типа pig tail в просвете кисты. УЗ-изображение

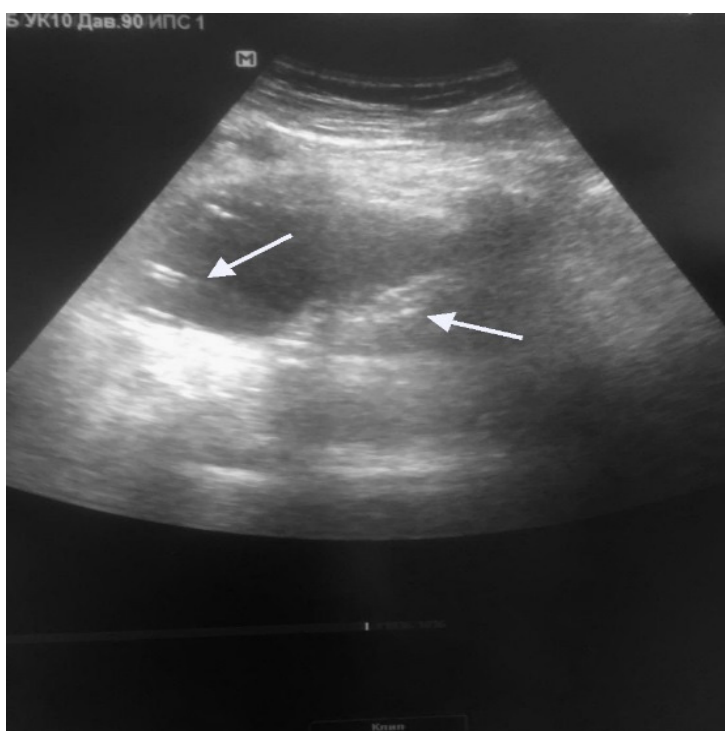


Рис. 4. Два дренажа с кончиком типа pig tail в просвете кисты. УЗ-изображение

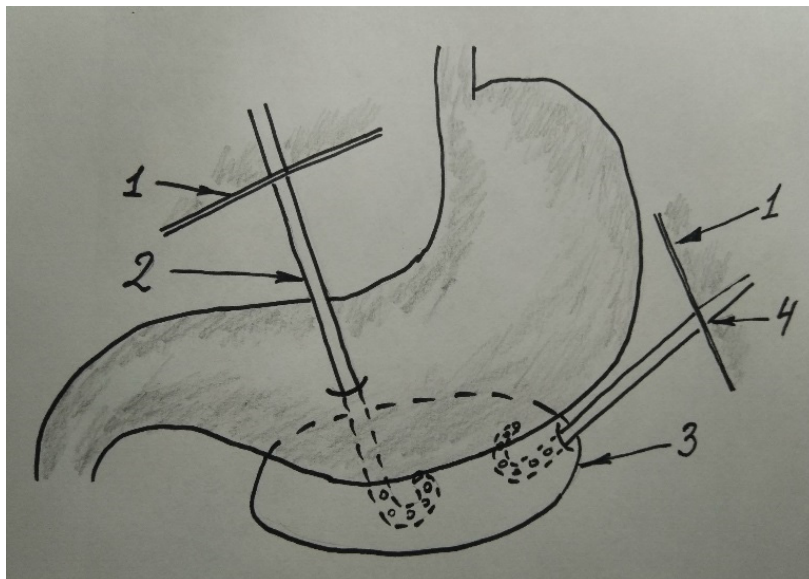


Рис. 5. Схема первого этапа операции:

1 – кожа; 2 – чрескожный чрезжелудочный дренаж в полости кисты;
3 – киста; 4 – чрескожный внеорганный дренаж в полости кисты

В послеоперационном периоде проведены кратковременная антибиотикопрофилактика инфекционных осложнений, обезболивающая терапия ненаркотическими анальгетиками в первые три дня. Количество отделяемого по дренажам составляло 150–180 мл за сутки.

На третьи сутки в контрольных анализах отмечены нормализация уровня лейкоцитов крови, снижение амилаземии до 312 Ед/л. Отделяемое по трансжелудочному дренажу уменьшилось до 20 мл, по внежелудочному дренажу выделения прекратились. Больной выписан из стационара на 4-е сутки.

Через 3 недели пациент в плановом порядке госпитализирован в стационар. Контрольные лабораторные анализы свидетельствовали об отсутствии каких-либо патологических сдвигов. По данным проведенного в динамике наблюдения УЗИ, ранее катетеризированная киста не определяется, в ее проекции имеются два установленных дренажа. По одному из них, установленному внеоргано, отделяемого нет, по трансжелудочному за сутки выделялось от 10 до 30 мл светлой опалесцирующей жидкости.

Пациенту был выполнен второй этап оперативного лечения – низведение трансжелудочного дренажа кисты поджелудочной железы. Под внутривенным наркозом трансжелудочный дренаж обрезан у кожи. Сформировано 2 боковых отверстия. На мягком проводнике при помощи буца дренаж спущен в желудок. При помощи гастроскопа дренаж фиксирован, проводник удален. Конец дренажа повернут в сторону выходного отдела желудка (рис. 6, 7).

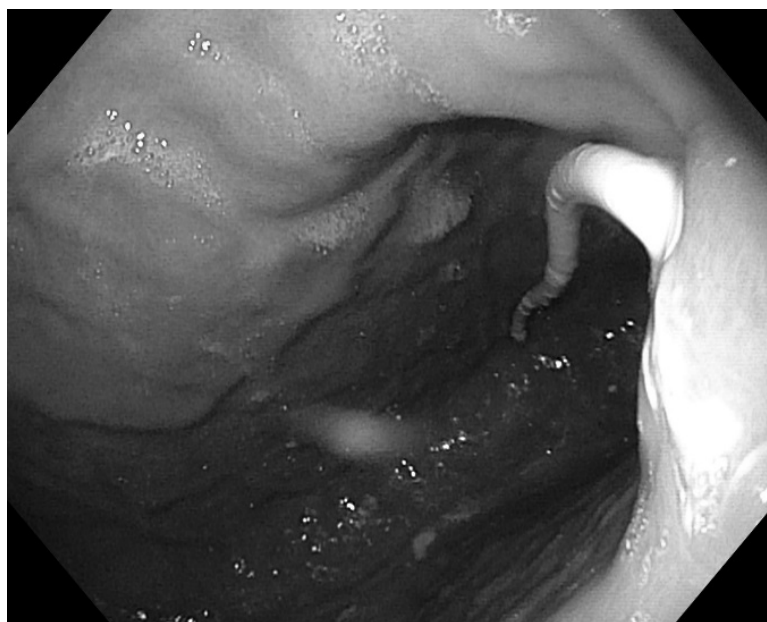


Рис. 6. Дренаж низведен в желудок, его конец направлен в сторону выходного отдела желудка

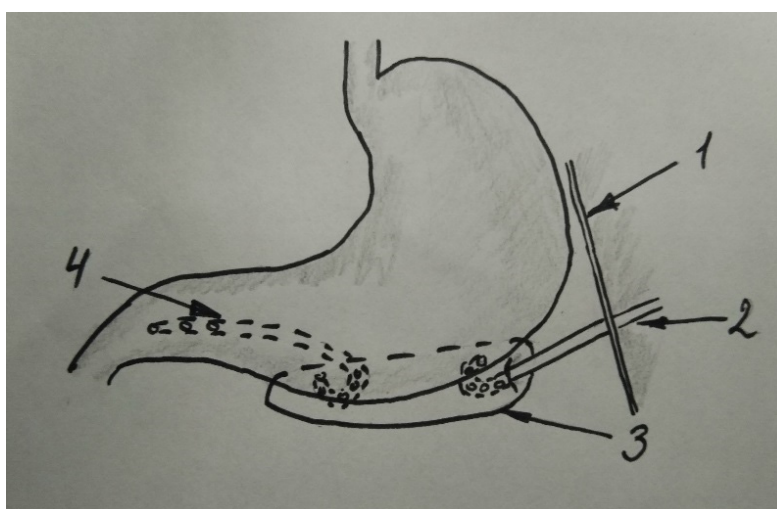


Рис. 7. Схема второго этапа операции:
1 – кожа; 2 – чрескожный внеорганный дренаж; 3 – киста;
4 – транжелудочный дренаж низведен в желудок, направлен в сторону выходного отдела

На сутки был назначен голод. Обезболивание не проводилось. Внеорганный дренаж удален на следующие сутки. Выписка на амбулаторное лечение осуществлена на третьи сутки послеоперационного периода. При выписке состояние удовлетворительное, жалоб нет. Осложнений не было.



Низведенный дренаж удален из полости желудка эндоскопически в амбулаторных условиях через месяц после необходимой экспозиции для эпителизации и формирования надежных стенок гастроцистоанастомоза, предотвращения закрытия соустья и рецидива заболевания. Через месяц, три месяца и год после операции проведены контрольные обследования. При этом жалоб нет, состояние удовлетворительное, лабораторные анализы в пределах в нормы. По данным УЗИ ранее дренированная киста не определяется, сохраняются две оставшиеся псевдокисты головки и тела поджелудочной железы размером 4,0×3,1×2,8 см и 3,2×2,2×2,1 см.

Обсуждение

До сих пор хирурги не пришли к консенсусу в отношении методов оперативного лечения кист поджелудочной железы, так как радикальные операции, направленные на удаление кист и резекцию поджелудочной железы, длительны по времени, сложны, травматичны и дают высокий процент осложнений (до 40 %), а паллиативные вмешательства влекут за собой рецидивы кистообразования [1; 4].

Проведен анализ медицинских карт больных, лечившихся по поводу панкреатита в нашей клинике. Выявлено, что частота развития у них кистозных форм хронического панкреатита составила 32 %. При лечении стандартными (не пункционными) методами летальность составила 8 %, при осложненных формах — 46 %.

Для верификации кисты всем пациентам показано проведение ультразвукового обследования, компьютерной томографии с контрастированием. Если есть ограничение в методах обследования, то наилучшим выбором для оценки кист поджелудочной железы является компьютерная томография [7]. Магнитно-резонансная холангиопанкреатикография (МРХПГ) имеет свои ограниченные показания, эндоскопическая ретроградная холангиография (ЭРХГ) практически не показана. Мы с успехом применяем все сонографические и рентгенологические способы. По нашим результатам чувствительность и специфичность этих методов совпадает с литературными данными. Кроме того, они позволяют осуществлять контроль чрескожных пункционных вмешательств.

Отношение к пункционным методам лечения кист и в настоящее время остается неоднозначным. По мнению ряда авторов, частота рецидивов доходит до 40–70 % [2; 4; 9], а частота осложнений — до 35 % [4; 9]. Другие авторы отмечают высокую эффективность дренирующих методик (до 94,5 %) [8; 10]. Однако данный метод является недоступным для большинства стационаров.

Мы применили данную методику у пациента в острый период, на так называемой ранней первой стадии, без развития каких-либо осложнений, что считаем преимуществами этого способа лечения, который, кроме того, позволяет предотвращать развитие дополнительных неблагоприятных моментов в течении патологии.



Учитывая наш незначительный опыт, мы также придерживаемся мнения, что до настоящего времени нет убедительных данных, рандомизированных исследований о более эффективном и безопасном способе хирургического лечения кист поджелудочной железы. К моменту написания статьи в клинике выполнены четыре подобные операции. Все пациенты выписаны в удовлетворительном состоянии, осложнения отсутствовали.

Заключение и выводы

Опыт нашего наблюдения позволяет утверждать, что примененная методика наложения чрескожного гастроцистоанастомоза является малотравматичным, щадящим, эффективным и простым в исполнении вмешательством, которое сокращает время оперативного и общего лечения, уменьшает затраты на медикаментозные препараты, что имеет также определенный экономический эффект.

При этом лучевые методы диагностики играют большую роль, их преимущество состоит в том, что они могут использоваться в качестве диапевтических вмешательств, позволяют избежать полостных вмешательств и тем самым улучшить результаты лечения больных данной категории.

Чрескожный гастроцистоанастомоз может стать как первым этапом хирургического лечения, так и окончательной операцией. Данный способ лечения может быть с успехом применен у большинства пациентов без развития серьезных осложнений.

Список литературы

1. Байрамалова Л. А., Валеева Ф. А., Шамсиев Р. Э., Журавлев И. А. Диагностика и лечение кист поджелудочной железы // Успехи современного естествознания. 2014. №6. С. 23–25.
2. Карюхин И. В., Тарасенко С. В., Рахмаев Т. С. и др. Современный подход к лечению кист поджелудочной железы при хроническом панкреатите // Сибирский медицинский журнал. 2013. №5. С. 5–12.
3. Осадчий А. И. Кисты поджелудочной железы – современная клиническая тактика // Редакция «Украинского медицинского журнала». 11.10.2017. URL: <https://www.umj.com.ua/article/115178/kisty-podzheludochnoj-zhelezy-sovremen-naya-klinicheskaya-taktika> (дата обращения: 18.10.2020).
4. Носков И. Г. Методы лечения постнекротических кист поджелудочной железы: современный взгляд на проблему (обзор литературы) // Acta biomedical scientifica. 2017. Т. 2, №5, ч. 1. С. 155–162. URL: https://doi.org/10.12737/article_59f7ecf8881024.49441151 (дата обращения: 18.10.2020).
5. Gurusamy K. S., Pallari E., Hawkins N. et al. Management strategies for pancreatic pseudocysts // Cochrane Library. 14.04.2016. URL: https://www.cochrane.org/ru/CD011392/UPPERGI_metody-lecheniya-lyudey-s-psevdokistami-podzheludoch-nou-zhelezy-skopleniyami-zhidkosti-vokrug (дата обращения: 18.10.2020).
6. Щастный А. Т., Сятковский А. Р. Лапараскопическая цистогастростомия и цистоеюностомия // Новости хирургии. 2011. Т. 19, №1. С. 117–121.



7. Малагелда Я., Гуда Н., Кхен-Ли Гох и др. Кисты поджелудочной железы : глобальные практические рекомендации Всемирной гастроэнтерологической организации. Март 2019. URL: <https://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/pancreatic-cystic-lesions-russian-2019.pdf> (дата обращения: 18.10.2020).

8. Ребров А. А., Семенов Д. Ю., Васильев В. В. и др. Чрескожные вмешательства в лечении больных псевдокистами поджелудочной железы // *Анналы хирургической гепатологии*. 2017. Т. 22, №1. С. 49–54. URL: <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2017149-54> (дата обращения: 18.10.2020).

9. Давыдкин В. И., Голубев А. Г., Казаков Р. Р. и др. Наружное трансорганный дренаж постнекротических кист поджелудочной железы // *Клиническая медицина*. 2014. №2. С. 48–66.

10. Кулезнева Ю. В., Израилов Р. Е., Мусаев Г. Х. и др. Чрескожные вмешательства в абдоминальной хирургии. М., 2016. С. 148–165.

104

Об авторах

Алексей Валерьевич Евтихов — хирург, отделение хирургии Городской клинической больницы скорой медицинской помощи, Калининград, Россия.

E-mail: evtikhov_av@mail.ru

Евгений Дмитриевич Любивый — д-р мед. наук, проф., Балтийский федеральный университет им И. Канта; глав. врач Городской клинической больницы скорой медицинской помощи, Калининград, Россия.

E-mail: lubiviy@mail.ru

Виктор Леонидович Ким — д-р мед. наук, проф., Балтийский федеральный университет им И. Канта; зам. глав. врача по хирургической работе Городской клинической больницы скорой медицинской помощи, Россия.

E-mail: viktrieokim@yandex.ru

The authors

Alexey V. Evtikhov, surgeon, Department of Surgery, Municipal Ambulance Clinical hospital, Kaliningrad, Russia.

E-mail: evtikhov_av@mail.ru

Evgeniy D. Lubiviy, Immanuel Kant Baltic Federal University; head doctor, Municipal Ambulance Clinical hospital, Kaliningrad, Russia.

E-mail: lubiviy@mail.ru

Victor L. Kim, Immanuel Kant Baltic Federal University; deputy head doctor for surgery, Municipal Ambulance Clinical hospital, Kaliningrad, Russia.

E-mail: viktrieokim@yandex.ru

**А. В. Кравцова, А. А. Литвинова,
А. В. Асмоловский, С. В. Шаматкова**

**ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ
СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ,
ПРИВЛЕЧЕННЫХ К ОКАЗАНИЮ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ
В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ COVID-19**

105

Карантинные мероприятия – это сложные условия работы, которые требуют от специалистов медицинского учреждения самой высокой степени мобилизованности и самоотверженности. В связи с острой нехваткой медицинских кадров в условиях пандемии COVID-19 многие студенты-медики были привлечены к борьбе с новой коронавирусной инфекцией, к чему большинство из них оказалось не готово. Любая стрессовая ситуация, тем более такой интенсивности, как текущая пандемия, всегда с неизбежностью влечет за собой разрушение привычного образа жизни, отказ от многих привычных схем поведения в условиях учебы, работы и дома. Студенты-медики столкнулись с широким спектром трудностей: дистанционное обучение, страх заразиться, чувство беспомощности из-за неспособности защитить близких. В связи с этим целью настоящего исследования явилась оценка психоэмоционального состояния студентов, проходящих практику в условиях пандемии COVID-19. Не менее важной задачей было установление главных причин психического напряжения студентов-медиков в сложившейся ситуации. В ходе исследования был разработан опросник, направленный на выявление основных факторов дистресса респондентов, проведено анонимное анкетирование в виде онлайн-опроса 212 студентов Смоленского государственного медицинского университета. Полученные данные зафиксировали высокий уровень эмоционального истощения большинства опрошенных, также установлены ведущие причины тревоги студентов-медиков: страх принести инфекцию домой, заразив близких, и дистанционный формат проведения экзаменов.

Quarantine measures are difficult working conditions that require the highest motivation and dedication from the medical staff. Due to the acute shortage of medical personnel in the context of the COVID-19 pandemic, many medical students were involved in the fight against the new coronavirus infection, for which most of them were not ready. Any stressful situation, especially of such intensity as the current pandemic, always inevitably leads to shattering the regular way of life, the rejection of many common patterns of behavior in school, work and at home. Medical students faced a wide range of difficulties: distance learning, fear of getting infected themselves, feeling helpless due to the inability to protect their loved ones. In this regard, this study assesses the psychoemotional state of students undergoing practical training in the context of the COVID-19 pandemic. An equally important task was to determine the main causes of mental stress of medical students in the current situation. The study developed a questionnaire to identify the main factors of respondents' distress. An anonymous online survey included 212 students of the Smolensk state medical University. The data obtained recorded a high le-



el of emotional exhaustion in the majority of respondents, the anxiety was mainly caused by the fear of bringing an infection home to their loved ones and the remote format of exams.

Ключевые слова: пандемия COVID-19, студенты-медики, психоэмоциональное состояние, источники тревоги.

Keywords: COVID-19 pandemic, medical students, psychoemotional state, sources of anxiety.

Введение

106

Возникшая как группа необъяснимых случаев пневмонии в Ухане (Китай), новая коронавирусная инфекция, официально обозначенная COVID-19, 11 марта 2020 г. Всемирной организацией здравоохранения была объявлена пандемией. Вирус быстро распространился не только на территории Китая, но и в других странах мира. Одной из основных стратегий борьбы с вирусом стала самоизоляция. Правительство России предприняло целый комплекс мер для снижения распространения вируса среди населения. В настоящее время число заражений в большинстве регионов России растет [23]. В XXI в. инфекционные заболевания (грипп и парагрипп, гепатиты, кишечные инфекции, ВИЧ) стали одной из основных угроз для общественного здравоохранения во всем мире, и это влияет не только на физическое, но и на психоэмоциональное состояние человека [21].

Предыдущие исследования показали, что во время вспышек инфекционных заболеваний имеет место широкое распространение различных негативных психологических реакций, а также формирование психопатологической симптоматики. В качестве факторов, негативно влияющих на психологическое благополучие населения, отмечают сложную эпидемическую ситуацию, утрату привычного образа жизни, неопределенность в отношении происходящего и пессимистические прогнозы, серьезность заболевания, страх, дезинформация, социальная изоляция, экономические последствия пандемии и их влияние на благосостояние человека [2; 4; 7; 9; 11; 16; 19].

Медицинские работники, оказывающие помощь инфицированным COVID-19, находятся в группе высокого риска возникновения проблем с психоэмоциональным здоровьем. Никакое число аппаратов ИВЛ и отделений интенсивной терапии не достигнет цели без упорного труда медицинского персонала. Речь идет не только о достаточном количестве высококвалифицированных практикующих врачей, медсестер, фармацевтов, реаниматологов, специалистов в области респираторной терапии, но и о способности каждого медицинского работника адекватно и в полном объеме выполнять свои профессиональные обязанности, что зависит от стабильности его психического, морального и эмоционального статуса. Медицинские работники сталкиваются со многими проблемами: ненормированный рабочий день, высокий риск заражения, тяжелые больные, нехватка средств индивидуальной защиты,



физическая усталость и разлука с семьями. Предыдущий опыт показывает, что в период эпидемий и вспышек инфекционных заболеваний медицинские работники сообщали о негативных психологических реакциях и симптомах психических расстройств [3; 5; 10; 13; 18].

В результате исследования, проведенного в Стэнфордском университете и Школе медицины Икана (Нью-Йорк), были выявлены ключевые источники тревоги медицинского персонала, работающего с новой коронавирусной инфекцией: ограниченный доступ к необходимым средствам индивидуальной защиты; страх принести инфекцию домой и заразить членов семьи; отсутствие доступа к экспресс-тестированию на SARS-CoV-2 при появлении симптомов и беспокойство о высокой вероятности распространения инфекции на рабочем месте; неуверенность в том, что государство позаботится об их семьях в случае, если они будут инфицированы; необходимость организовать уход за детьми во время карантина в связи с закрытием школьных и дошкольных учреждений при увеличении продолжительности рабочего дня, а также поддерживать другие личные и семейные потребности по мере необходимости увеличения рабочего времени (питание, проживание, транспорт); сомнения в собственной профессиональной компетенции при переводе в COVID-отделения и отделения интенсивной терапии из обычных отделений; отсутствие доступа к необходимой информации и возможности обмена информацией [20; 22]. Возникающие проблемы с психоэмоциональным состоянием у медицинских работников в период эпидемий могут иметь долгосрочные последствия. В качестве последних называются посттравматическое стрессовое расстройство (ПТСР), депрессии и злоупотребление психоактивными веществами. При этом в качестве факторов, препятствующих возникновению негативных психологических реакций, отмечались адаптивные реакции на стресс и обучение инфекционному контролю [2; 8; 13; 14; 16].

В связи с острой нехваткой медицинских кадров Министерством здравоохранения РФ было разрешено привлечь к борьбе с COVID-19 студентов выпускных курсов, врачей-ординаторов, аспирантов медицинских вузов, а также преподавателей и профессоров. Этим мер оказалось недостаточно. Согласно приказу Минздрава России №378, Минобрнауки России №619 от 27.04.2020 г. «Об организации практической подготовки обучающихся по образовательным программам высшего медицинского образования в условиях борьбы с распространением новой коронавирусной инфекции на территории Российской Федерации», руководители организаций, реализующих образовательные программы высшего медицинского образования, должны были внести изменения в образовательные программы высшего медицинского образования по специальностям «Лечебное дело», «Педиатрия», «Медико-профилактическое дело», «Стоматология» и направить с 1 мая 2020 г. студентов 4-го и 5-го курсов, а также студентов 3-го курса по специальности «Сестринское дело» на производственную практику в медучреждения для оказания помощи пациентам с подозрением на коронавирус и подтвержденной инфекцией [24]. Также в приказе была прописана



на необходимость письменного согласия обучающихся на участие в осуществлении указанной помощи и заключения трудового договора, что не было должным образом реализовано на практике. Действие приказа не распространялось только на студентов, уже трудоустроенных в медицинских учреждениях в момент издания документа.

Предварительно в медицинских вузах прошло обучение указанных групп студентов основным методам профилактики, диагностики и лечения новой коронавирусной инфекции. Обучение осуществлялось на порталах дистанционного образования медицинских университетов, по окончании высылались электронные сертификаты [15].

Медицинские работники, находящиеся на передовой борьбы с COVID-19, нуждаются в психологической поддержке. Студенты-медики, привлеченные к осуществлению медицинской помощи в условиях пандемии, оказались, по сути, в экстремальных для них условиях [1; 6; 12; 17].

Целью исследования является изучение психоэмоционального состояния студентов-медиков 4–5-го курсов, привлеченных к борьбе с новой коронавирусной инфекцией.

Задачи исследования: 1) оценить психоэмоциональное состояние студентов 4–5-го курсов Смоленского государственного медицинского университета, проходящих производственную практику в связи с изменением учебного плана в условиях пандемии; 2) установить главную причину психоэмоционального напряжения среди студентов-медиков в данной обстановке.

Материалы и методы

В ходе исследования на основе [2] была разработана анкета для субъективной оценки респондентами своего психоэмоционального состояния. Опросник состоял из 12 пунктов:

1. Как Вы относитесь к изменению учебного плана, согласно которому производственная практика пришлась на разгар пандемии?
2. Как Вы считаете, была ли необходимость разбивать учебный процесс из-за производственной практики, затем снова начинать обучение и переносить экзамены на более поздние сроки?
3. Был ли у Вас выбор проходить практику в отделениях с больными COVID-19 или нет?
4. Вы работали с больными COVID-19?
5. Как Вы считаете, были ли Вы полезны в отделении при работе с больными COVID-19?
6. Испытывали ли Вы страх заразиться, проходя практику в условиях пандемии?
7. Повлияла ли данная ситуация на Ваш профессиональный выбор?
8. Обеспечивали ли Вас должным образом СИЗ?
9. Перерабатывали ли Вы в отделении во время прохождения производственной практики?
10. Было ли Вам тяжело морально во время прохождения производственной практики?



11. Как Вы можете оценить организацию прохождения производственной практики при изменении учебного плана в условиях пандемии COVID-19?

12. Какими практическими навыками Вы овладели в период прохождения внеплановой производственной практики?

Анкетирование было проведено в виде онлайн-опроса (гугл-форма). Опрошено 212 студентов СГМУ, результаты ответов проанализированы и обработаны. Статистическая достоверность различия определялась по параметрическому критерию Фишера. Критический уровень значимости при проверке принимали равным 0,01. Анализ осуществлялся с помощью пакета программ: Statistica 7, ОС Windows 10, Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение

Большинство опрошенных студентов, 176 человек (83 %), негативно отнеслись к изменению учебного плана, согласно которому производственная практика пришлось на разгар пандемии; 27 опрошенных (12,7 %) восприняли изменение нейтрально и лишь 9 студентов (4,3 %) высказали положительное отношение ($p < 0,01$).

Значительная часть анкетированных, 189 человек (89,2 %), считает, что не было необходимости разбивать учебный процесс из-за производственной практики, переносить экзамены на более поздние сроки; 23 студента, что составляет 10,8 %, имели противоположное мнение ($p < 0,01$).

В результате проведенного исследования установлено, что не у всех студентов был выбор проходить практику в отделениях с больными COVID-19 или нет. Так, 78 человек (36,8 %) этого выбора не имели и проходили практику в отделениях, где находились больные COVID-19 ($p < 0,01$).

Более половины анкетированных (122 человека, 57,5 %) на практике работали с больными COVID-19, многие давали на это добровольное согласие ($p < 0,01$). Однако свою пользу при работе с такими больными отметили лишь 44 студента, то есть 36,1 % из них. Остальные 78 студентов (63,9 %) считают, что больше мешали персоналу отделения по причине своей неопытности ($p < 0,01$).

Студенты 4-го курса проходили производственную практику в качестве помощников врача: проводили сбор анамнеза, жалоб, оценивали клиническое состояние пациентов, используя различные методы обследования органов и систем; оценивали полученные данные и формулировали диагноз, участвовали в назначении дополнительных лабораторных и инструментальных методов обследования с последующей оценкой результатов. Студенты 5-го курса проходили практику в медицинских учреждениях в качестве помощников врача амбулаторно-поликлинического учреждения. Студенты, работающие по трудовому договору, исполняли обязанности среднего медицинского персонала (медсестра / медбрат).



Еще 56 человек (26,4 %) не работали с больными COVID-19, остальные 34 человека (16,1 %) проходили практику дистанционно в режиме онлайн. В рамках реализации образовательного процесса преподаватели использовали ситуационные задачи как способ моделирования клинического случая. Для эффективности данного метода обучения формат задачи был максимально приближен к профессиональной работе врача. Были рассмотрены ситуационные задания по новой коронавирусной инфекции.

Подавляющее большинство студентов (168 человек, 79,2 %) испытывали страх заразиться, проходя практику в условиях пандемии ($p < 0,01$).

На вопрос о том, повлияла ли данная ситуация на профессиональный выбор, 64 студента (30,1 %) ответили положительно (вариант «да»), были получены индивидуальные ответы: «студентов-медиков, как и врачей буквально заставили работать с коронавирусными больными, не оставляя выбора», «отправлять студентов на практику в условиях пандемии – это неоправданный риск», «права медиков плохо защищены в подобных ситуациях». И все же 145 студентов, что составляет 68,3 %, остались непреклонны в своем профессиональном выборе ($p < 0,01$).

Большинство респондентов (179 человек, 84,4 %) указали, что их не обеспечивали должным образом СИЗ, остальные 33 студента (15,6 %) не имели проблем с обеспечением СИЗ ($p < 0,01$).

Из студентов, проходивших практику не дистанционно, 97 человек (54,5 %) отметили, что в отделениях часто приходилось перерабатывать. Остальные респонденты (81 человек, 45,5 %) с такой проблемой не столкнулись ($0,01 < p < 0,05$).

Подавляющему большинству студентов (171 человек, 80,7 %) было морально тяжело во время прохождения производственной практики; анкетированные отмечали постоянное чувство напряжения, страх, приступы немотивированной агрессии, подавленность, пониженное настроение. Остальные 19,3 % с этим не столкнулись ($p < 0,01$). Среди главных причин своей тревоги респонденты указывают необеспеченность СИЗ (37,2 %), боязнь заразиться (53,3 %), боязнь принести инфекцию домой к своим близким (78,8 %), неопределенность с экзаменами, дистанционный формат их проведения (56,1 %).

Организацию прохождения производственной практики при изменении учебного плана в условиях пандемии COVID-19 студенты оценили следующим образом: хуже среднего – 38,2 %, удовлетворительно – 42,9 %, хорошо – 14,7 %, отлично – 4,2 %.

Большинство респондентов – 154 человека, 72,7 % – отметили, что в период прохождения внеплановой производственной практики не овладели новыми практическими навыками, 22 студента (10,4 %) отработали ранее усвоенные навыки, 36 респондентов (16,9 %) изучили методы диагностики и лечения новой коронавирусной инфекции на практике ($p < 0,01$).



Выводы

В ходе исследования было установлено, что прохождение производственной практики в условиях пандемии для многих студентов-медиков оказалось тяжелым периодом, потребовавшим от них максимальной собранности. Большинство находилось в состоянии постоянной тревоги, страха, что сказывалось на их психоэмоциональном состоянии.

Ведущей причиной тревоги стал страх принести инфекцию домой к своим близким (78,8 %). На втором месте оказалась неопределенность с экзаменами, дистанционный формат их проведения (56,1 %).

Долгое время студенты не располагали точной информацией о датах проведения экзаменов, дистанционный формат сдачи клинических дисциплин казался им неосуществимым. Их также беспокоило отсутствие возможности задать вопросы на консультации перед экзаменом, сложности с получением комментария по поводу своей оценки при несогласии с ней, объективность оценивания знаний без личного общения с экзаменатором. Определенные трудности создавала неподготовленность университета к нетрадиционному формату сдачи сессии: платформы, на которых сдавались экзамены, работали со сбоями из-за перегруженности и отдельные задания могли не засчитываться, несмотря на правильный ответ, в связи с тем, что время, отведенное на их выполнение, было потрачено на восстановление доступа к системе.

На третьем месте оказалась боязнь заразиться самому (53,3 %), на последнем – необеспеченность СИЗ (37,2 %), что стало для многих экономической проблемой в связи с необходимостью покупать медицинские маски и перчатки самостоятельно.

Список литературы

1. Аскатова К.Б., Брызгалова Ю.М., Лачинова Д.И., Шакрисламова А.Д. Психическое и психологическое здоровье студентов во время пандемии COVID-19 // Проблемы современных социокультурных исследований: сб. науч. тр. по матер. междунар. науч.-практ. конф. Белгород, 2020. С. 59–64.
2. Adams J.G., Walls R.M. Supporting medical personnel during the global COVID-19 epidemic // Journal of the American Medical Association. 2020. №10.
3. Бойко О.М., Медведева Т.И., Ениколопов С.Н. и др. Психологическое состояние людей в период пандемии COVID-19 и мишени психологической работы // Журнал Психологические исследования. 2020. №70.
4. Вельтищев Д.Ю. Острые стрессовые расстройства: факторы прогноза и профилактики затяжного течения // Социальная и клиническая психиатрия. 2010. №6. С. 48–51.
5. Ениколопов С.Н., Бойко О.М., Медведева Т.И. и др. Динамика психологических реакций на начальном этапе пандемии COVID-19 // Психолого-педагогические исследования. 2020. №2. С. 108–126.
6. Ковалёва Л.М. Исследование особенностей проявления стрессовых состояний студентов медицинских колледжей в период их профессиональной подготовки // Вестник Севастопольского государственного технического университета. 2010. №104. С. 103–106.



7. Костюкова Е.Г., Малин Д.И., Мосолов С.Н., Цукарзи Э.Э. Лекарственная терапия пациентов с психическими расстройствами, заболевших коронавирусной инфекцией (COVID-19) : информационное письмо / Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и наркологии им. В.П. Сербского. М., 2020.

8. Кекелидзе З.И., Портнова А.А. Критерии диагностики посттравматического стрессового расстройства // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2009. №12. С. 4–7.

9. Lai J., Ma S., Wang I. Factors related to mental health outcomes among healthcare workers exposed to coronavirus disease 2019 // Journal of the American Medical Association. 2020. №3.

10. Мосолов С.Н. Проблемы психического здоровья в условиях пандемии COVID-19 // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2020. №5. С. 7–15.

11. Мосолов С.Н. Актуальные задачи психиатрической службы в связи с пандемией COVID-19 // Современная терапия психических расстройств. 2020. №2. С. 1–7.

12. Осадчук О.Л., Ожогова Е.Г. Анализ эмоциональных состояний студентов медицинского вуза в учебно-профессиональной деятельности // Современные наукоемкие технологии. 2015. №7. С. 85–88.

13. Падун М.А. COVID-19: риски психической травматизации среди медицинских работников // Институт психологии РАН. 2020. №2. С. 2–16.

14. Семенова Н.В., Вьялцин А.С., Авдеев Д.Б. и др. Эмоциональное выгорание у медицинских работников // Современные проблемы науки и образования. 2017. №2. С. 37–47.

15. Соколовская И.Э. Социально-психологические факторы удовлетворенности студентов в условиях цифровизации обучения в период пандемии COVID-19 и самоизоляции // Цифровая социология. 2020. №2. С. 46–54.

16. Сорокин М.Ю., Касьянов Е.Д., Рукавишников Г.В. и др. Структура тревожных переживаний, ассоциированных с распространением COVID-19 // Вестник РГМУ. 2020. №3. С. 87–94.

17. Сорокоумова Е.А., Чердымова Е.И., Пучкова Е.Б., Темнова Л.В. Студенты в период пандемии COVID-19: понимание ситуации самоизоляции // Журнал Московского педагогического государственного университета. 2020. №3. С. 196–205.

18. Треушников Н.В., Бачило Е.В., Бородин В.И., Антонова А.А. Рекомендации для медицинских работников, находящихся в условиях повышенных психоэмоциональных нагрузок в период пандемии COVID-19 // Научно-образовательный центр современных медицинских технологий. М., 2020.

19. Шамрей В.К. Психиатрия войн и катастроф : учеб. пособие. СПб., 2015.

20. Shan T., Ripp D., Trokel M. Understanding and addressing sources of concern among health professionals during the COVID-19 pandemic // Stanford Medical School. 2020. №21. P. 2133–2134.

21. Яковлев С.А. Инфекционные заболевания как глобальная проблема современности // Челябинский государственный университет. Территория науки. 2017. №1. С. 20–23.

22. Chen K.Y., Yang C.M., Lien C.H., et al. Burnout, job satisfaction, and medical malpractice among doctors // International Journal of Medical Sciences. 2013. №10. С. 1471–1478.

23. Стопкоронавирус.рф: Официальный интернет-ресурс для информирования населения по вопросам коронавируса (COVID-19) : [сайт]. URL: <https://xn--80aesfpebagmblc0a.xn--p1ai/> (дата обращения: 10.11.2020).



24. *Об организации* практической подготовки обучающихся по образовательным программам высшего медицинского образования в условиях борьбы с распространением новой коронавирусной инфекции на территории Российской Федерации : приказ Минздрава России № 378, Минобрнауки России № 619 от 27.04.2020 г. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

Об авторах

Анастасия Владимировна Кравцова – студ., Смоленский государственный медицинский университет, Россия.

E-mail: kravtsivaaa1999@gmail.com

Александра Алексеевна Литвинова – студ., Смоленский государственный медицинский университет, Россия.

E-mail: Alexa5582@yandex.ru

Александр Валентинович Асмоловский – д-р мед. наук, проф., Смоленский государственный медицинский университет, Россия.

E-mail: asmolovsky@gmail.com

Светлана Владимировна Шаматкова – канд. мед. наук, доц., Смоленский государственный медицинский университет, Россия.

E-mail: svetlanash_05@mail.ru

The authors

Anastasia V. Kravtsiva, Student, Smolensk state medical University, Russia.

E-mail: kravtsivaaa1999@gmail.com

Alexandra A. Litvinova, Student, Smolensk state medical University, Russia.

E-mail: Alexa5582@yandex.ru

Prof. Alexander V. Asmolovsky, Smolensk state medical University, Russia.

E-mail: asmolovsky@gmail.com

Dr Svetlana V. Shamatkova, Associate Professor, Smolensk state medical University, Russia.

E-mail: svetlanash_05@mail.ru

ТРЕБОВАНИЯ И УСЛОВИЯ ПУБЛИКАЦИИ СТАТЕЙ В ВЕСТНИКЕ БФУ ИМ. И. КАНТА

Правила публикации статей в журнале

1. Представляемая для публикации статья должна быть актуальной, обладать новизной, содержать постановку задач (проблем), описание основных результатов исследования, полученных автором, выводы, а также соответствовать правилам оформления.

2. Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не публиковавшимся ранее в других печатных изданиях. При отправке рукописи в редакцию журнала автор автоматически принимает на себя обязательство не публиковать ее ни полностью, ни частично без согласия редакции.

3. Рекомендованный объем статьи для докторантов и докторов наук — 20–30 тыс. знаков с пробелами, для доцентов, преподавателей и аспирантов — не более 20 тыс. знаков.

4. Список литературы должен составлять от 15 до 30 источников, не менее 50 % которых должны представлять современные (не старше 10 лет) публикации в изданиях, рецензируемых ВАК и (или) международных изданиях. Оптимальный уровень самоцитирования автора — не выше 10 % от списка использованных источников.

5. Все присланные в редакцию работы проходят *внутреннее* и *внешнее рецензирование*, а также проверку системой «Антиплагиат», по результатам которых принимается решение о возможности включения статьи в журнал.

6. Статья на рассмотрение редакционной коллегией направляется ответственному редактору по e-mail. Контакты ответственных редакторов: http://journals.kantiana.ru/vesnik/contact_editorial/

7. Статьи на рассмотрение принимаются в режиме онлайн. Для этого авторам нужно зарегистрироваться на портале Единой редакции научных журналов БФУ им. И. Канта http://journals.kantiana.ru/submit_an_article и следовать подсказкам в разделе «Подать статью онлайн».

9. Решение о публикации (или отклонении) статьи принимается редакционной коллегией журнала после ее рецензирования и обсуждения.

10. Автор имеет право публиковаться в одном выпуске «Вестника Балтийского федерального университета им. И. Канта» один раз; второй раз в соавторстве — в исключительном случае, только по решению редакционной коллегии.

Комплектность и форма представления авторских материалов

1. Статья должна содержать следующие элементы:

1) индекс УДК — должен достаточно подробно отражать тематику статьи (основные правила индексирования по УДК см.: <http://www.naukapro.ru/metod.htm>);

2) название статьи строчными буквами на русском и английском языках (до 12 слов);

3) аннотацию на русском и английском языках (150–250 слов, то есть 500 печатных знаков). Располагается перед ключевыми словами после заглавия;

4) ключевые слова на русском и английском языках (4–8 слов). Располагаются перед текстом после аннотации;

5) список литературы (примерно 25 источников) оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5. — 2008;

7) сведения об авторах на русском и английском языках (Ф. И. О. полностью, ученые степени, звания, должность, место работы, e-mail, контактный телефон);

8) сведения о языке текста, с которого переведен публикуемый материал.

2. Ссылки на литературу в тексте статей даются только в квадратных скобках с указанием номера источника из списка литературы, приведенного в конце статьи: первая цифра — номер источника, вторая — номер страницы (например: [12, с. 4]).

3. Рукописи, не отвечающие требованиям, изложенным в пункте 1, в печать не принимаются, не редактируются и не рецензируются.

Общие правила оформления текста

Авторские материалы должны быть подготовлены *в электронной форме* в формате листа А4 (210 × 297 мм).

Все текстовые авторские материалы принимаются исключительно в формате *doc* и *docx* (Microsoft Office).

Подробная *информация о правилах оформления текста*, в том числе *таблиц, рисунков, ссылок и списка литературы*, размещена на сайте Единой редакции научных журналов БФУ им. И. Канта: <http://journals.kantiana.ru/vestnik/monograph/>.

Рекомендуем авторам ознакомиться с информационно-методическим комплексом «Как написать научную статью»: <http://journals.kantiana.ru/authors/imk/>.

Порядок рецензирования рукописей статей

1. Все научные статьи, поступившие в редколлегию Вестника БФУ им. И. Канта, подлежат обязательному рецензированию. Отзыв научного руководителя или консультанта не может заменить рецензии.

2. Ответственный редактор серии определяет соответствие статьи профилю журнала, требованиям к оформлению и направляет ее на рецензирование специалисту, доктору или кандидату наук, имеющему наиболее близкую к теме статьи научную специализацию.

3. Сроки рецензирования в каждом отдельном случае определяются ответственным редактором серии с учетом создания условий для максимально оперативной публикации статьи.

4. В рецензии освещаются следующие вопросы:

а) соответствует ли содержание статьи заявленной в названии теме;

б) насколько статья соответствует современным достижениям научно-теоретической мысли;

в) доступна ли статья читателям, на которых она рассчитана, с точки зрения языка, стиля, расположения материала, наглядности таблиц, диаграмм, рисунков и формул;

г) целесообразна ли публикация статьи с учетом ранее выпущенной по данному вопросу литературы;

д) в чем конкретно заключаются положительные стороны, а также недостатки статьи, какие исправления и дополнения должны быть внесены автором;

е) рекомендуется (с учетом исправления отмеченных рецензентом недостатков) или не рекомендуется статья к публикации в журнале, входящем в Перечень ведущих периодических изданий ВАК.

5. Рецензирование проводится конфиденциально. Автор рецензируемой статьи может ознакомиться с текстом рецензии. Нарушение конфиденциальности допускается только в случае заявления рецензента о недостоверности или фальсификации материалов, изложенных в статье.

6. Если в рецензии содержатся рекомендации по исправлению и доработке статьи, ответственный редактор серии направляет автору текст рецензии с предложением учесть их при подготовке нового варианта статьи или аргументированно (частично или полностью) их опровергнуть. Доработанная (переработанная) автором статья повторно направляется на рецензирование.

7. Статья, не рекомендованная рецензентом к публикации, к повторному рассмотрению не принимается. Текст отрицательной рецензии направляется автору по электронной почте, факсом или обычной почтой.

8. Наличие положительной рецензии не является достаточным основанием для публикации статьи. Окончательное решение о целесообразности публикации принимается редколлегией серии.

9. После принятия редколлегией серии решения о допуске статьи к публикации ответственный секретарь серии информирует об этом автора и указывает сроки публикации.

Текст рецензии направляется автору по электронной почте, факсом или обычным почтовым отправлением.

10. Оригиналы рецензий хранятся в редколлегии серии и редакции «Вестника Балтийского федерального университета им. И. Канта» в течение пяти лет.

Научное издание

ВЕСТНИК
БАЛТИЙСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
им. И. КАНТА

2021

Серия

Естественные и медицинские науки

№ 1

Редактор *Д. А. Малеваная*. Корректор *С. В. Ильина*
Компьютерная верстка *А. В. Иванов*

Подписано в печать 08.04.2021 г.
Формат 70×108 ¹/₁₆. Усл. печ. л. 10,2
Тираж 1000 экз. (1-й завод 40 экз.). Цена свободная. Заказ 31
Подписной индекс 94113

Издательство Балтийского федерального университета им. Иммануила Канта
236022, г. Калининград, ул. Гайдара, 6