



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

Выпуск 1(5)

2018

УДК 06 (477.75)

Главный редактор: Р. В. Горбунов, канд. геогр. наук
Заместитель главного редактора: Н. С. Костенко, канд. биол. наук
Ответственный редактор: В. И. Мальцев, канд. биол. наук
Технические редакторы: Т. Ю. Горбунова, Л. В. Знаменская

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

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

Адрес редакции

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Карадагская научная станция им. Т.И.Вяземского – природный заповедник РАН»
ул. Науки, 24, пгт Курортное, г. Феодосия, Республика Крым, 298188
Телефон +7 36562 26212
E-mail: karadag.trudy@yandex.ru

© Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Карадагская научная станция им. Т.И.Вяземского – природный заповедник РАН», 2018

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«КАРАДАГСКАЯ НАУЧНАЯ СТАНЦИЯ им. Т.И.ВЯЗЕМСКОГО –
ПРИРОДНЫЙ ЗАПОВЕДНИК РАН»

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

Научный журнал

Основан в мае 2016 г.

Периодическое издание

Выходит 4 раза в год

Выпуск 1 (5)
2018

СОДЕРЖАНИЕ

Изучение биоразнообразия и экологический мониторинг

- Дворецкий А.Г., Дворецкий В.Г.* Исследования группировки камчатского краба в прибрежье Баренцева моря в летний период 2011 г..... 3
- Чекалов В.П.* Окислительная активность бентосных бактерий в донных отложениях Карадага и Двужорной бухты (Черное море)..... 10
- Ибрагимова Э.Э.* Сравнительная оценка уровня стигматизации сельских и городских обучающихся как критерий неблагоприятного воздействия техногенного загрязнения..... 18

Географические, геологические и палеонтологические исследования

- Баранов П.Н., Ошкадер А.В., Хребтова Т.В.* Оползни Керченского полуострова – геологический музей под открытым небом..... 25
- Табуницкий В.А., Петлюкова Е.А., Хитрин М.О.* Применение спутниковых снимков Sentinel-2 для анализа земель используемых в сельском хозяйстве (на примере Раздольненского района Республики Крым)..... 43
- Сирота Е.Н.* Биоклиматические условия окрестностей Карадага в 2016 г..... 58

Исторические, археологические и искусствоведческие исследования

- Щербина А.Д.* Становление космических исследований в Крымской астрофизической обсерватории АН СССР и первые экспериментальные достижения..... 68
- Фролова Т.А.* Этапы большого пути: 85 лет Карадагской научно-исследовательской геофизической обсерватории..... 74
- Сведения об авторах*..... 89

Federal State Budgetary Institution of Science
«T.I. VYAZEMSKY KARADAG SCIENTIFIC STATION –
NATURE RESERVE OF THE RAS»

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

Scientific Journal

Established in May 2016

Periodical

Issued 4 times a year

Issue 1 (5)
2018

CONTENT

Biodiversity Researches and Environmental Monitoring

- Dvoretzky A.G., Dvoretzky V.G.* Investigations of Local Group of Red King Crab in the Coastal Barents Sea in Summer 2011..... 3
- Chekalov V.P.* Oxidative Activity of Benthose Bacteria in the Bottom Sediments of Karadag and the Dvuyakornaya Bay (Black Sea)..... 10
- Ibragimova E.E.* Comparative Evaluation of the Level of Stigmatization of Rural and Urban Learners as a Criterion of Unfavourable Influence of Anthropogenic Pollution..... 18
-

Geographical, Geological and Paleontological Researches

- Baranov P.N., Oshkader A.V., Hrebtova T.V.* Landslides of the Kerch Peninsula – Geological Museum Under the Open Sky..... 25
- Tabunshchik V.A., Petlukova E.A., Hytrin M.O.* The use of Satellite Imagery Sentinel-2 for Analysis of Land Used in Agriculture (for Example Razdolnensky District of the Republic of Crimea)..... 43
- Sirota E.N.* Bioclimatic Conditions of the Vicinities of Karadag in 2016..... 58
-

Historical, Archaeological and Art Researches

- Shcherbina A.D.* The Formation of Space Research in the Crimean Astrophysical Observatory of the USSR AS and the First Experimental Achievements..... 68
- Frolova T.A.* The Big Way: 85 Years of the Karadag Research Geophysical Observatory..... 74
-
- Information about the authors* 89
-

ИЗУЧЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

УДК 595.384 (268.45)

ИССЛЕДОВАНИЯ ГРУППИРОВКИ КАМЧАТСКОГО КРАБА В ПРИБРЕЖЬЕ
БАРЕНЦЕВА МОРЯ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД 2011 Г.

Дворецкий А.Г., Дворецкий В.Г.

ФГБУН Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН
г. Мурманск, Российская Федерация, e-mail: dvoretskiya@mmbi.info

Объектом нашего исследования являлся камчатский краб *Paralithodes camtschaticus* – вид, который был интродуцирован в Баренцево море с целью пополнения ресурсного потенциала акватории. В ходе работ, проведенных в губе Дальнезеленецкая, был изучен размерный и половой состав группировки краба, получены сведения о встречаемости особей разных стадий линьки. Получены данные о созревании икры самок и встречаемости травм у камчатских крабов. В водолазных уловах преобладали крупные половозрелые крабы (ширина карапакса > 100 мм). Среди них самки по численности превосходили самцов в 15 раз. Самки с фиолетовой икрой преобладали в водолазных уловах. Отмечено присутствие двух яловых самок относительно крупных размеров, что указывает на неблагоприятный репродуктивный статус местной группировки. Общий уровень травматизма конечностей краба составил 52%, что было ниже, чем в предшествующем году из-за более низкой встречаемости молоди, подверженной травматизму в результате нападений хищников. Запас крабов составил 5960 экз. Резкое снижение запаса молоди камчатского краба, по сравнению с 2010 г., связано с экстремальными температурными условиями, которые наблюдались в прибрежье Баренцева моря зимой 2010 г.
Ключевые слова: Баренцево море, камчатский краб, размерный состав, численность, травмированность.

Введение

Камчатский краб *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) – крупный промысловый вид десятиногих ракообразных, который обычно заселяет сравнительно небольшие глубины. Естественный ареал вида охватывает Северную Пацифику. В 60-х гг. прошлого века был проведен комплекс мероприятий по трансатлантическому переселению *P. camtschaticus* в Баренцево море (Кузьмин, Гудимова, 2002).

Первая поимка взрослой особи (самка) после вселения отмечена в 1974 г. С течением времени количество находок краба в новом месте обитания росло, а к середине 1990-х гг. стало возможным говорить о формировании новой (баренцевоморской) популяции камчатского краба (Кузьмин, Гудимова, 2002).

Промысел данного вида в российских водах Баренцева моря начат в 2004 г. (Dvoretzky, Dvoretzky, 2015a). К настоящему времени получены сведения о распространении камчатского краба, его питании, росте, линьке, размножении, симбионтах, влиянии на аборигенные биоценозы (Соколов, Милютин, 2006; Павлова, 2008; Dvoretzky, Dvoretzky, 2010, 2015a, b).

Следует отметить, что основная доля исследований приходится на мористую часть акватории Баренцева моря в ходе специализированных рейсов, тогда как данных по биологии вида в губах и заливах Кольского полуострова не так много. Изучение камчатского краба на мелководных акваториях, где происходит нерест, рост молоди и формирование будущих поколений представляется важной задачей современной науки.

Целью настоящей работы было описание некоторых черт биологии камчатского краба в губе Дальнезеленецкая и сравнение результатов с данными более ранних исследований.

Материалы и методы

Материал был отобран в ходе береговой экспедиции Мурманского морского биологического института КНЦ РАН в губе Дальнезеленецкая в период с 4 по 17 июля 2011 г.

Отлов крабов производили водолазы. Всего было выполнено 10 водолазных трансект, охватывающих диапазон глубин от 4 до 37 м. В зависимости от протяженности трансект время погружения варьировало от 12 до 50 минут.

Обработка животных включала промеры, взвешивание, определение пола, личинной категории, стадий зрелости самок (Кузьмин, Гудимова, 2002). Все промеры крабов осуществляли штангенциркулем с точностью до 1 мм. Пол крабов определяли путем внешнего осмотра абдомена и его придатков. Также определяли сохранность конечностей краба.

Уровень травматизма определяли как отношение крабов, имеющих хотя одну поврежденную конечность, к общему числу крабов. Для определения ожидаемой частоты встречаемости крабов, имеющих разное количество поврежденных конечностей (от 0 до 4), использовали стандартную методику (Dvoretsky, Dvoretsky, 2009).

Крабов условно разделяли на неполовозрелых (ширина карапакса < 100 мм) и половозрелых (> 100 мм) (Dvoretsky, Dvoretsky, 2014).

Оценку численности камчатского краба проводили на основе сплайн-аппроксимации с учетом протяженности каждой трансекты, времени и глубины погружения, а также характера биоценоза дна (Дворецкий, Дворецкий, 2010а). Для расчетов использовали данные показаний водолазных компьютеров после каждого погружения и результаты визуальных наблюдений.

Для сравнения данных, выраженных в виде процентов, использовали таблицы сопряженности (критерий χ^2). Численные значения сравнивали между разными группами на основе однофакторного дисперсионного анализа при нормальном распределении данных, в других случаях применяли тест Крускала-Уоллиса.

Результаты и обсуждение

За период исследований было отловлено 77 экз. камчатского краба. В уловах неполовозрелые особи (16%) встречались реже, чем половозрелые (84%). Среди крупных особей, в свою очередь, численно преобладали самки (рис. 1). В связи с этим прослеживаются достоверные различия в морфометрических показателях особей разного пола (табл. 1) ($p < 0.01$, во всех случаях).

При сравнении полученных данных с показателями 2010 г. сразу же отмечается резкое изменение структуры уловов. Тогда доля неполовозрелых особей составила 58%, а половозрелых, соответственно 42% (Дворецкий, Дворецкий, 2014). Общее количество крупных крабов оказалось сопоставимым: 56 экз. в 2010 г. и 65 экз. в 2011 г. Налицо резкое уменьшение доли молодежи. Причем оно наблюдалось впервые с начала мониторинга краба на акватории губы Дальнезеленецкая (Дворецкий, Дворецкий, 2010а; Dvoretsky, Dvoretsky, 2013).

Таблица 1.

Морфометрические показатели камчатского краба в губе Дальнезеленецкая
в июле 2011 г.

Параметр	Самцы, n = 7				Самки, n = 69			
	X	SE	Min	Max	X	SE	Min	Max
ШК, мм	93.9	20.1	36.0	182.7	133.8	4.4	32.3	171.0
ДК, мм	85.8	16.5	36.2	157.2	124.0	4.0	32.0	158.0
ДМ, мм	76.3	16.4	26.5	145.9	89.8	3.3	21.4	115.9
Масса, г	896.6	396.4	35.0	3287.0	1528.3	79.2	17.0	2488.0

Примечание: ШК – ширина карапакса, ДК – длина карапакса, ДМ – длина меруса третьего правого переопода, X – среднее, SE – стандартная ошибка, Min – минимум, Max – максимум.

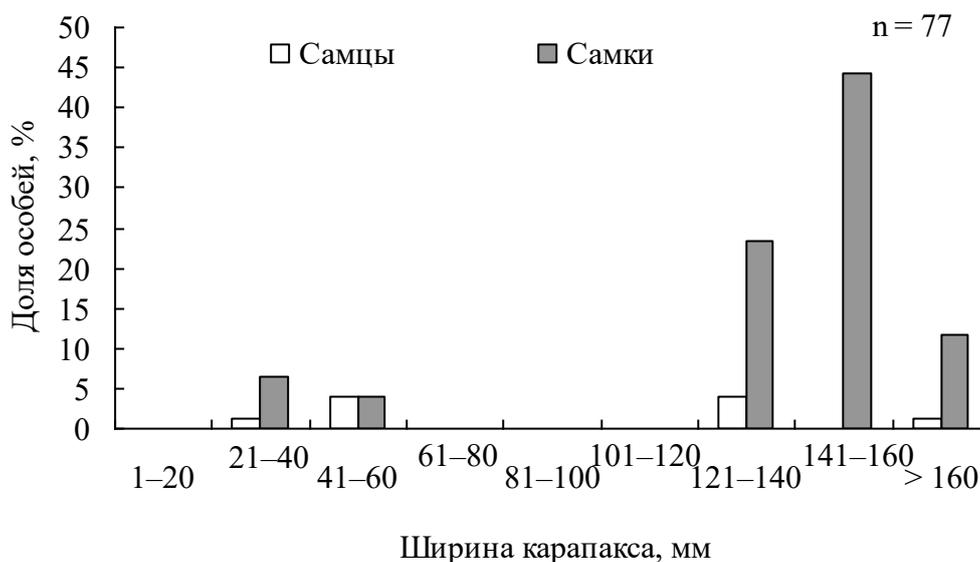


Рис. 1. Размерный состав водолазных уловов камчатского краба в губе Дальнезеленецкая в июле 2011 г.

Известно, что молодь *P. camtschaticus* круглогодично обитает в прибрежье Баренцева моря. В летний период на малых глубинах держатся и половозрелые самки, тогда как самцы предпочитают находиться за пределами прибрежных акваторий, что характерно также и для нативных ареалов камчатского краба (Кузьмин, Гудимова, 2002).

На наш взгляд низкая встречаемость ювенильных крабов обусловлена влиянием аномальных температурных условий, которые наблюдались зимой 2010 г. в прибрежье Баренцева море. Весьма показательно, что в ту зиму наблюдали нечасто встречающееся заморозание Кольского залива (Matishov et al., 2012). По всей видимости, экстремально низкие температуры оказали негативное влияние на выживаемость молоди краба, особенно на Восточном Мурмане, где температура воды и в обычные годы является более низкой, чем на акваториях Западного Мурмана (Matishov et al., 2012).

В 2011 г. среди половозрелых самок преобладали особи с фиолетовой икрой (54 экз., 88.5 % от общего числа крупных самок), остальные икранные самки несли икру бурого цвета (5 экз., 8%). Также в уловах присутствовали две яловые самки, их ширина карапакса составила 143.2 и 177.0 мм. В предыдущем 2010 г. отмечено схожая встречаемость икры у половозрелых самок: икра фиолетовая найдена у 86.0% особей, икра бурая – у 14% особей (Дворецкий, Дворецкий, 2014). Присутствие яловых самок – довольно редкое явление для исследованной акватории; оно указывает на не самое

лучшее состояние популяции, в частности снижение доли самцов на прилегающей акватории. Что именно оказало влияние в этом случае – влияние вылова (прежде всего браконьерского) или же негативные температурные условия – однозначно сказать нельзя.

Среди крабов, выловленных в 2011 г., преобладали особи, имевшие новый экзоскелет (стадия линьки 2), их доля составила 95% (73 экз.). В уловах присутствовала одна недавно полинявшая самка (стадия линьки 1), присутствие которой указывает на поздний нерест, и, опять-таки, неблагоприятную ситуацию с крупными самцами. У трех крупных самцов экзоскелет характеризовался третьей ранней стадией линьки. Различий во встречаемости крабов разных стадий линьки в 2011 и 2010 гг. не выявлено ($df = 2, \chi^2 = 4.36, p = 0.113$).

Общий уровень аутомии конечностей камчатских крабов в губе Дальнезеленецкая в 2011 г. составил 51.9%. Этот показатель был ниже, чем в 2010 г., когда травмы были обнаружены у 65.4% крабов, хотя достоверно эти величины не различались ($df = 1, \chi^2 = 3.70, p = 0.054$). Таким образом, в 2011 г. нагрузка на местную группировку краба была ниже. Травмированность неполовозрелых самцов составила 50%, самок – 37.5%. Для половозрелых особей данные показатели составили 25% и 55.7%, соответственно. Общая травмированность неполовозрелых камчатских крабов составила 41.7%, половозрелых – 53.8%, эти величины достоверно не различались ($df = 1, \chi^2 = 0.60, p = 0.438$).

Встречаемость травмированных конечностей относительно оси тела камчатского краба имела выраженную тенденцию: конечности правой стороны повреждались чаще, чем левой ($df = 1, \chi^2 = 4.67, p = 0.031$). Чаще всего повреждалась правая клешня и правая последняя конечность (рис. 2).

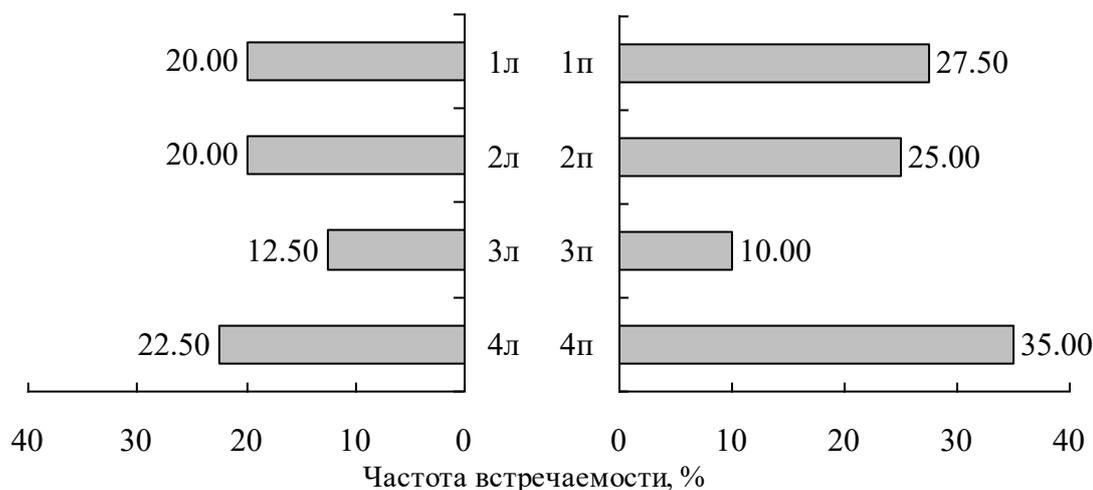


Рис. 2. Распределение частоты встречаемости поврежденных и отсутствующих ног вдоль оси тела у камчатского краба из губы Дальнезеленецкая в июле 2009 г. Указан номер конечности и сторона тела (л – левая, п – правая)

Данная тенденция отражает, во-первых, большую нагрузку на правую клешню по сравнению с левой, во-вторых, тот факт, что хищники предпочитают атаковать камчатского краба с задней стороны тела (Дворецкий, Дворецкий, 2009; Dvoretzky, Dvoretzky, 2009)

Среди особей, имевших повреждения, наиболее часто встречались крабы с одной поврежденной (восстанавливающейся или полностью отсутствующей) конечностью (30%). Наибольшее число травмированных ног, приходившееся на 1 краба, не превышало 4. И, хотя ожидаемая встречаемость крабов без повреждений была

почти на 10% ниже, чем фактическая, в целом, наблюдаемая встречаемость особей, имевших разное количество поврежденных ног, соответствовало теоретическому распределению ($df = 4$, $\chi^2 = 3.56$, $p = 0.468$).

Камчатские крабы встречались практически на всех типах грунта. Наименьшая их доля отмечена на илистом песке. Крупные особи чаще всего встречались на гравии с примесью ракуши, а также на валуннике, зачастую прячась под камнями. Молодь преобладала на выходах скальных пород. Распределение камчатского краба в зависимости от характера грунта и биоценоза довольно закономерно. Молодь чаще всего селится в местах, где проще укрываться от хищников. Частое нахождение ювенильных крабов в зарослях ламинарии объясняется стереотипами их защитного поведения (Переладов, 2003) и особенностями питания (Павлова, 2008). Для крупных крабов характерна локализация среди камней в биоценозах иглокожих, где крабы активно питаются донными организмами (Павлова, 2008). Схожие особенности распределения камчатского краба отмечены и в других прибрежных районах Баренцева моря (Переладов, 2003; Соколов, Милютин, 2006; Дворецкий, Дворецкий, 2010б).

Большая часть крабов была собрана на глубинах 15–20 м (61%) и 20–25 м (26%). Примечательно, что основная часть молоди была отловлена на глубинах 20–25 м, это оказало влияние на средний размер краба на этом диапазоне глубин, он составил 115.8 мм, тогда как на глубинах 10–15 м – 132.4 мм, 20–25 м – 134.4 мм, 25–30 – 129.4 мм.

Общая численность камчатского краба в губе Дальнезеленецкая в июле 2011 г. составила 5960 экз. (80 экз. – половозрелые самцы, 4910 экз. – крупные самки и 970 экз. – молодь). Если сравнить эти цифры с показателями 2010 г., то можно отметить, что численность взрослых была выше (4990 экз. в 2011 г. против 4110 экз. в 2010 г.), а вот запас молоди снизился в 1.6 раза по причинам, указанным выше. Если сравнить данные по численности с результатами мониторинга, который проводился в августе (данные 2002–2007 гг.), то окажется, что запас краба в 2011 г. в целом соответствовал среднемуголетним величинам (Дворецкий, Дворецкий, 2010а; Dvoretzky, Dvoretzky, 2013).

Рост количества взрослых крабов соответствовал тенденции к увеличению общей численности и промыслового запаса краба в открытом море (Dvoretzky, Dvoretzky, 2016), которая берет свое начало с 2008 г., когда начал действовать мораторий на вылов камчатского краба в пределах 12-мильной зоны (Dvoretzky, Dvoretzky, 2013).

Выводы

1. В уловах преобладали половозрелые особи камчатского краба. Соотношение полов было смещено в сторону самок, основная часть которых несла икру фиолетового цвета.

2. Среди камчатских крабов в губе Дальнезеленецкая в исследованный период преобладали крабы второй стадии линочного цикла, что связано как структурой уловов, так и с сезонными особенностями линьки изучаемого вида.

3. Уровень травматизма конечностей соответствовал многолетним значениям и был традиционно высок (более 50%), отражая высокую нагрузку на местную группировку краба.

4. Общий запас камчатского краба в районе исследований уменьшился за счет снижения доли ювенильных особей на акватории. Данный процесс, вероятнее всего, связан с аномально холодной зимой, негативно повлиявшей на выживаемость особей.

Благодарности. Работа выполнена в рамках темы НИР ММБИ № в ГЗ 0228-2018-0003

Список литературы

1. Дворецкий А.Г., Дворецкий В.Г. Аутономия конечностей камчатского краба в прибрежье Баренцева моря // Доклады Академии наук. – 2009. – Т. 429. № 5. – С. 701–704.
2. Дворецкий А.Г., Дворецкий В.Г. Динамика популяционных показателей камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* в губе Дальнезеленецкая Баренцева моря в 2002–2008 гг. // Вопросы рыболовства. – 2010а. – Т. 11. № 1(41). – С. 100–111.
3. Дворецкий А.Г., Дворецкий В.Г. Исследования биологии камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* в губе Долгой (Баренцево море) // Известия ТИНРО. – 2010б. – Т. 160. – С. 44–56.
4. Дворецкий А.Г., Дворецкий В.Г. Особенности биологии камчатского краба в прибрежье Баренцева моря в летний период // Вестник СПбГУ. – 2014а. Сер. 3. – Вып. 1. – С. 5–13.
5. Кузьмин С.А., Гудимова Е.Н. Вселение камчатского краба в Баренцево море. Особенности биологии, перспективы промысла. – Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2002. – 236 с.
6. Павлова Л.В. Трофические связи камчатского краба и его воздействие на донные биоценозы // Биология и физиология камчатского краба прибрежья Баренцева моря. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2008. – С. 77–104.
7. Переладов М.В. Некоторые особенности распределения и поведения камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) на прибрежных мелководьях Баренцева моря // Труды ВНИРО. – 2003. – Т. 142. – С. 103–119.
8. Соколов В.И., Милютин Д.М. Распределение, численность и размерный состав камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* в верхней сублиторали Кольского полуострова Баренцева моря в летний период // Зоологический журнал. – 2006. – Т. 85. № 2. – С. 158–170.
9. Dvoretzky A.G., Dvoretzky V.G. Limb autotomy patterns in *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815), an invasive crab, in the coastal Barents Sea // Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. – 2009. – Vol. 377. – P. 20–27.
10. Dvoretzky A.G., Dvoretzky V.G. Epifauna associated with an introduced crab in the Barents Sea: a 5-year study // ICES Journal of Marine Science. – 2010. – Vol. 67. – P. 204–214.
11. Dvoretzky A.G., Dvoretzky V.G. Population dynamics of the invasive lithodid crab, *Paralithodes camtschaticus*, in a typical bay of the Barents Sea // ICES Journal of Marine Science. – 2013. – Vol. 70. – P. 1255–1262.
12. Dvoretzky A.G., Dvoretzky V.G. Size-at-age of juvenile red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) in the coastal Barents Sea // Cahiers de Biologie Marine. – 2014а. – Vol. 55. № 1. – P. 43–48.
13. Dvoretzky A.G., Dvoretzky V.G. Commercial fish and shellfish in the Barents Sea: Have introduced crab species affected the population trajectories of commercial fish? // Reviews in Fish Biology and Fisheries. – 2015а. – Vol. 25. № 2. – P. 297–322.
14. Dvoretzky A.G., Dvoretzky V.G. Size at maturity of female red king crab, *Paralithodes camtschaticus*, from the costal zone of Kola Peninsula (southern Barents Sea) // Cahiers de Biologie Marine. – 2015b. – Vol. 56. № 1. – P. 49–54.
15. Dvoretzky A.G., Dvoretzky V.G. Inter-annual dynamics of the Barents Sea red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) stock indices in relation to environmental factors // Polar Science. – 2016. – Vol. 10. № 4. – P. 541–552.
16. Matishov G., Moiseev D., Lyubina O., Zhichkin A., Dzhenyuk S., Karamushko O., Frolova E. Climate and cyclic hydrobiological changes of the Barents Sea from the twentieth to twenty-first centuries // Polar Biology. – 2012. – Vol. 35. – P. 1773–1790.

**INVESTIGATIONS OF LOCAL GROUP OF RED KING CRAB IN THE COASTAL
BARENTS SEA IN SUMMER 2011**

Dvoretzky A.G., Dvoretzky V.G.

Murmansk Marine Biological Institute KSC RAS, Murmansk, Russian Federation

e-mail: dvoretzkiya@mmbi.info

The object of our study is the red king crab *Paralithodes camtschaticus*, a species which was introduced into the Barents Sea to increase resource potential of this aquatic area. During the studies undertaken in Dalnezelenetskaya Bay we investigated size and sex composition of the local red king crab group, we took data on the occurrence of molting stages among red king crabs. Additionally we recorded data about egg conditions in females and percentage occurrence of limb injuries in red king crabs. Large mature crabs with carapace width > 100 mm prevailed in scuba diving catches. Among these animals females dominated in terms of total number that was 15 times higher than the level registered for male crabs. Females with violet eggs predominated among all egg-bearing females. Two barren females were caught, their presence indicate unfavorable reproductive status of the local red king crab group. Total limb injury level was estimated to be 52%; this level was lower than the multi-annual mean value owing to lower abundance of juveniles which are more susceptible to limb injury through predator attacks. Total red king crab abundance was 5960 individuals. Significant decreasing in this value in comparison to 2010 was associated with abnormally low water temperatures observed in the coastal waters in winter 2010.

Key words: Barents Sea, red king crab, size-frequency distributions, abundance, limb injuries.

Поступила в редакцию 16.02.2018 г.

УДК 579:574.587(262.5)

ОКИСЛИТЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ БЕНТОСНЫХ БАКТЕРИЙ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ КАРАДАГА И ДВУЯКОРНОЙ БУХТЫ (ЧЕРНОЕ МОРЕ)

Чекалов В.П.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН»,
г. Севастополь, Российская Федерация, e-mail: valch@mail.ru

Рассмотрено влияние бактериобентосного сообщества на формирование кислородного режима и процессы деструкции органического вещества в зависимости от температуры и редокс условий в придонных системах рыхлых грунтов сопредельных акваторий в районе Карадага (Черное море). Жесткие условия среды в заглубленных донных осадках определяют значительное снижение окислительной активности и численности жизнедеятельной микрофлоры, несмотря на их более высокий деструкционный потенциал при оптимизации условий. Способностью к росту обладала лишь одна из ста клеток активных форм, и каждая пятнадцатая от возможного максимума численности при оптимальной температуре. При этом скорость окисления органических веществ в донных осадках у м. Мальчин при реальных условиях не превышала 1.19 мкг/г·ч, тогда как в мелководных грунтах Двужкорной бухты составлял 1.82 мкг/г·ч. Приведены данные о соотношении темпов окисления и продуцирования восстановленных соединений в донных осадках исследуемых районов.

Ключевые слова: донные отложения; потребление кислорода; бактериобентос; Чёрное море.

Введение

Несмотря на достаточно интенсивные исследования в акватории Карадагского заповедника, практически нет сведений о темпах окислительных процессов в донных осадках. Имеющиеся данные относятся преимущественно к водной среде. Отмечается, что содержание кислорода в узкой прибрежной зоне изменяется в пределах 5.14–7.96 мл O₂/л (или 7.34–11.37 мг O₂/л) при насыщении 96–118 %. Минимальное значение было зафиксировано на глубине 10 м у мыса Мальчин. (Ковригина, Бобко, Смирнова, 2005). Приведены также колебания в весенне-летний период значений БПК₅ в диапазоне 0.94–1.93 мг/л весной, 0.82–1.60 мг/л в летний период и 0.03–0.99 осенью (Ковригина и др., 2010). При этом все параметры находились в пределах ПДК, хотя в апреле 2006 г в районе мыса Мальчин в поверхностном слое воды было зафиксировано однократное превышение БПК₅ до 2.53 мг/л. Обычно же в этой точке значения колебались в пределах 0.70–1.87 мг/л (Ковригина, Трощенко, Щуров, 2009). Сообщалось, что в условиях реальных температур (8–10°C) скорости, как окислительных процессов, так и продуцирования восстановленных соединений, снижались в 2 и более раз. В поверхностном 0.6 см слое грунтов Севастопольской бухты возможная скорость окисления органического вещества находилась в пределах 3.14–5.52 мкг/г·ч. Достаточно низкой при естественных температурах была доля активной аэробной микрофлоры – 0.2–31%. При этом степень температурной адаптации анаэробных бактерий оказалась выше, чем аэробных представителей (Чекалов В.П., 2016). В Голубой бухте у г. Геленджик при максимальном содержании кислорода в придонных слоях воды порядка 622–635 мкг-ат/л (9.96–10.16 мг O₂/л) интенсивность его потребления грунтами составляла 3.65 × 10³ мг-ат/м³·сут т.е. 2.43 мкг O₂/см³·ч (Богдановская, 1993). Целью настоящих исследований является изучение роли бактериобентоса в процессах деструкции органического вещества и формировании кислородного режима в прибрежных донных отложениях в районе Карадагского природного заповедника.

Материалы и методы

Пробы донных осадков были отобраны в летний период 2012 г. дночерпателем Петерсена в районе Карадага (м. Мальчин; 44,9332°N, 35,2657°E) с глубины 28 м и в прибрежной зоне Двужкорной бухты (44,9904°N, 35,36°E) с глубины 1.5 м. Для исследования брали поверхностный 2-см слой донных осадков.

Влажность и содержание органического вещества определяли гравиметрическим методом соответственно после сушки при +105°C и прокаливании навесок при 500°C. Содержание кислорода и Eh измеряли, используя соответствующие датчики LDO-оксиметра HQ40d (Hach, США).

Скорость суммарного потребления кислорода (СПК) определяли с помощью респирометрической камеры объемом 60 мл, герметично соединённой с кислородным датчиком. Емкость заполняли морской водой, вносили 0.2 см³ исследуемого ила и плотно закрывали специальной пробкой с газоотводной трубкой. Материал распределяли на площади 20 см² слоем толщиной примерно 0.01 см. Измерение проводили либо при близкой к естественной, либо при экспериментальной температурах в автоматическом режиме ежечасно в течение 12–20 ч.

Определение исходного значения скорости кислородной нейтрализации восстановленных соединений (КНВС) проводили аналогичным образом, предварительно подавив жизнедеятельность бактерий и создав благоприятные условия для окисления восстановленных веществ. Снижая pH 0.1N серной кислотой до 5, добивались смещения соотношения сернистых соединений в воде (S²⁻, HS⁻, H₂S) в сторону преобладания наиболее активно окисляемого сероводорода, что наряду с внесением в измерительную емкость стрептомицина из расчета конечной концентрации 0.1 мг/мл и последующим термостатированием емкости при 8–10°C способствовало также подавлению жизнедеятельности микрофлоры (Чекалов В.П., 2016).

Результаты статистической обработки данных, в частности прямые почасовые измерения СПК и КНВС, приведены в виде средних значений с доверительным интервалом ($p = 0.95$).

Скорость аэробного поглощения кислорода (АПК) при реальной и экспериментальной температурах получали путём вычитания из соответствующих уровней суммарного поглощения (СПК₉ и СПК₂₁) значения КНВС.

Для определения скорости обогащения среды восстановленными соединениями (ВС), часть образцов сохранялась в условиях эксперимента в течение 30–60 суток с последующим измерением КНВС. Разность исходного и полученного значений за определенный интервал времени, соответствующий стабилизации показаний, пересчитывали на количество окисленного сероводорода, учитывая, что в водных растворах сероводород окисляется, как правило, до серы и воды.

Для учета численности аэробных (Аэ), анаэробных (АнАэ) и сульфатредуцирующих гетеротрофных бактерий (СРБ) использовали модифицированную (по Горбенко, 1961) среду Вильсона-Блера. Ранее нами была показана возможность применения этой среды для учета аэробной гетеротрофной микрофлоры в донных осадках (Чекалов, 2012).

Анаэробные бактерии выявляли ранее предложенным способом с использованием двух пробирок разного размера: посевной и вытесняющей (Чекалов, 2014). Посев разведений производили в расплавленную и быстро остуженную до 40–45°C среду, после чего в неё погружали вытесняющую пробирку. В оставшееся пространство между пробирками вносили несколько капель стерильного вазелинового масла, посевная емкость закрывалась ватно-марлевой пробкой, и в таком виде инкубировалась до регистрации результатов. При этом, темноокрашенные колонии учитывались как СРБ, а светлые, как анаэробные гетеротрофные бактерии.

Половину чашек (пробирок) с посевами термостатировали при условиях, соответствующих *in situ*, а другую, по необходимости, при экспериментальной оптимизированной температуре. Процентное соотношение численности визуально различимых колоний, впервые выявленных в посевах более “холодной” инкубации, к появившимся за тот же временной интервал в посевах, растущих при оптимизированной температуре, принимали за уровень температурной адаптации активных форм (T_a). Результаты повторного подсчёта после стабилизации численности через 10–12 суток считали потенциальным максимумом, а их соотношение – потенциальным уровнем температурной адаптации (T_m). То есть:

$$T_a(T_m) = \frac{N_{real} \times 100}{N_{exp}}, \quad (1)$$

где N_{real} – количество визуально различимых колоний гетеротрофов, либо впервые проявившихся (T_a), либо через 10-12 суток (T_m) культивирования посевов при реальной температуре, соответствующей среде обитания; N_{exp} – то же, но при экспериментальной температуре соответственно.

Результаты и обсуждение

Донные осадки в исследуемом районе у мыса Мальчин были представлены глинистыми илами с примесью ракуши, а в бухте Двужорной – крупнозернистым заиленным песком. Различия глубин и гранулометрического состава обусловили также и расхождение значений некоторых физико-химических параметров, в частности температуры, редокс условий, влажности, содержания органических веществ (табл. 1).

Таблица 1.

Некоторые физико-химические параметры воды и донных отложений

Параметры	м. Мальчин		б. Двужорная	
Глубина, м	28.0		1.5	
Температура воды у дна, С°	8.1°		21.0°	
Содержание O ₂ у дна, мг/л	8.93		8.12	
Eh донных осадков, мВ	90		-182	
Влажность донных осадков, %	50.5		25.9	
Содержание орг. в-ва, мг/г	37		13	
Потребление кислорода. мкгO ₂ /г×ч	СПК	optim	1.63±0.61	1.56±0.73
		real	0.77±0.38	1.56±0.73
	КНВС		0.00	0.38±0.10
	АПК	optim	1.63	1.19
real		0.77	1.19	

Величины СПК, практически совпадающие при искусственно поддерживаемой оптимальной температуре (21°С), в условиях, соответствующих *in situ*, различались в 2 раза. При этом, вследствие разной доли КНВС в грунтах исследуемых районов скорости аэробного потребления кислорода при реальных температурах оказались более сглаженными, чем значения СПК. Так, в заглубленных осадках у м. Мальчин, залегающих в зоне хронически пониженных температур, отмечены нулевые значения темпов окисления и продуцирования восстановленных соединений, тогда как в поверхностном слое прибрежных грунтов Двужорной бухты по расчетным данным КНВС окислялось до 0.81 мкг H₂S/г·ч, а скорость его образования достигала 0.42 мкг/г·ч. В экспериментальных же условиях, моделирующих сезонное падение

температуры (9°C), она понижалась до 0.32 мкг H₂S/г·ч (рис. 1). Однако высокую скорость окисления восстановленных соединений следует рассматривать как потенциальный максимум, который может быть обеспечен лишь в условиях неограниченного поступления кислорода, что в действительности крайне редко имеет место. В подповерхностном слое осадков, обычно толщиной в несколько миллиметров, окислительные процессы весьма быстро затухают по мере исчерпания кислорода, в то время как продуцирование сероводорода наоборот возрастает. Соотношение и сбалансированность этих процессов определяет, в конечном счете, редокс состояние грунтов.

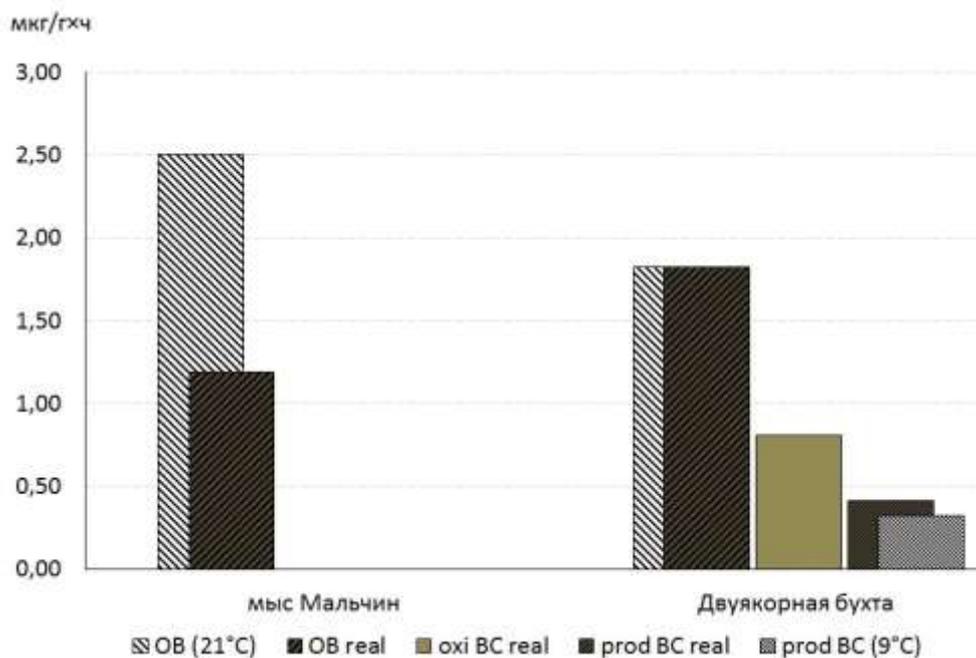
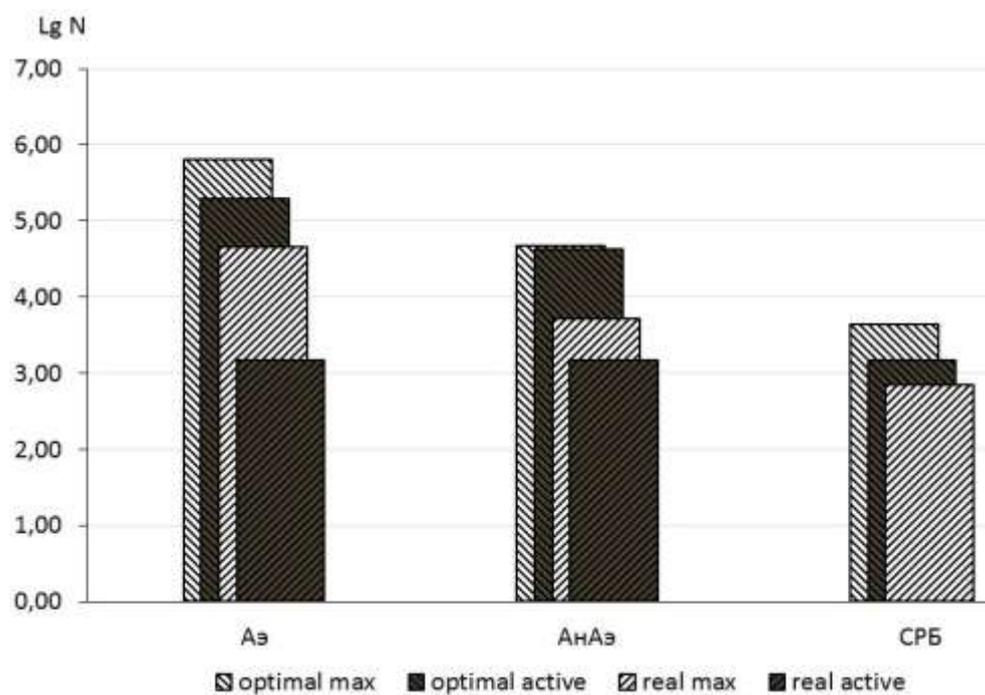


Рис. 1 Скорости деструкции органического вещества (OB), окисления (oxi BC) и образования (prod BC) восстановленных соединений при естественных (real) и экспериментальных температурных условиях

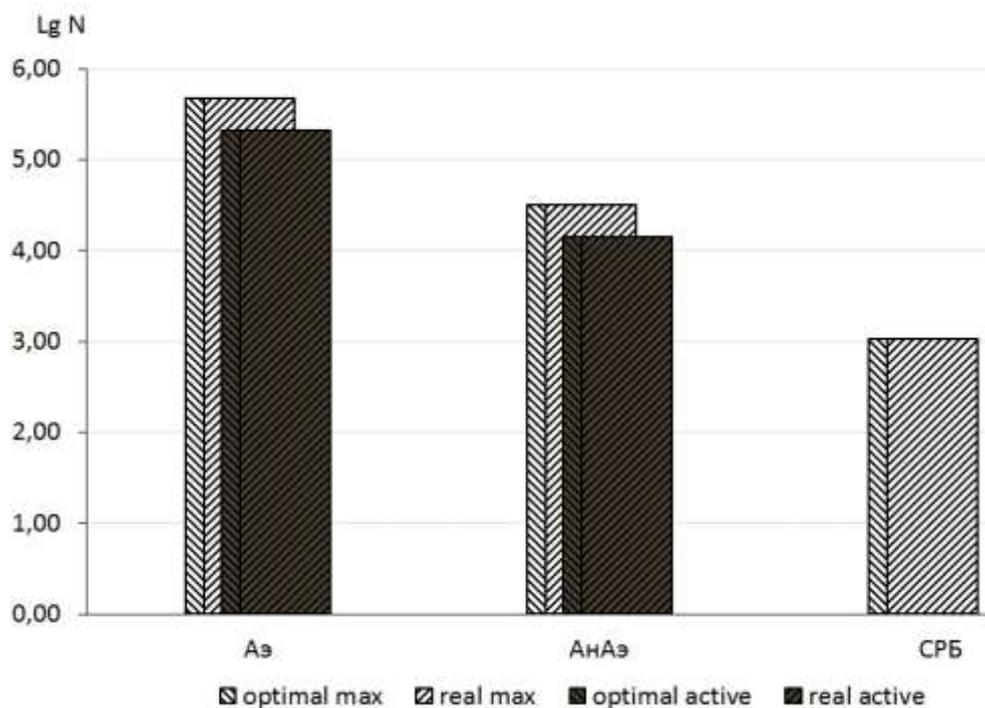
Известно, что с падением температуры на 10°C скорость биохимических реакций снижается примерно в 2 раза, что собственно говоря подтверждают и наши данные. Поэтому, полученные при экспериментально оптимизированных условиях результаты при необходимости можно пересчитать на реальную температуру, применив приведенную выше пропорцию.

Исходя из формулы Редфилда и соотношения расхода кислорода (106/138) при окислении органики (Froelich, et al, 1979; Schulz, 2000), а также принятого коэффициента перевода $C_{орг}$ в органическое вещество равного 2 (Агатова и др., 2005), были вычислены скорости утилизации органических соединений аэрофильной микрофлорой (рис. 1). В прибрежной зоне Двужкорной бухты в период проведения исследований реальные условия соответствовали оптимальным, определяя достаточно интенсивное окисление органики – до 1.82 мкг/ч, что в 1.5 раза выше значения, полученного при естественных температурах в подтермоклинной пробе у м. Мальчин, но в 1.4 раза ниже, чем при температурном оптимуме. При постоянстве значения содержания органических веществ в донных отложениях можно в некотором приближении принять равнозначными скорости их седиментации и окисления. В этом случае, появляется возможность оценить один из параметров по величине другого, либо определить тенденции изменений при нестабильной системе.

Данные потребления кислорода согласуются также и с численностью аэробных бактерий (рис. 2).



А



В

Рис. 2. Соотношение активных форм и максимальной численности аэробных (Аэ), анаэробных (АнАэ) и сульфатредуцирующих (СРБ) бактерий в донных отложениях Карадага (А) и Двужорной бухты (В) при естественных (real) и оптимальных (optimal) температурных условиях

Так, при условиях *in situ* в донных осадках Двужорной бухты наблюдалось значительное превышение как активных форм (2.1×10^5), так и максимального числа аэробов (4.5×10^5), которые в районе Карадага составляли соответственно 1.5×10^3 и

4.5×10^4 КОЕ/г. Получается, что доля активной микрофлоры в условиях соответствующих среде обитания снижалась в 10 раз относительно температурного оптимума. При оптимальных температурах численность активной микрофлоры в грунтах этих районов была близка к 200 тыс КОЕ/г, а вот максимальное количество бактерий, как и отмеченная выше скорость утилизации органики, оказались в 1.4 раза больше в отложениях у м. Мальчин.

Таким образом, здесь зафиксирован весьма низкий уровень температурной адаптации активной аэробной микрофлоры – 0.8%, который достигает потенциального максимума 6.9%, в то время как в грунтах Двужорной бухты он составлял 100% (табл. 2). Такие же соотношения, но несколько выше, наблюдались и в анаэробной группе.

Таблица 2.

Доля активной микрофлоры при реальных (real) и экспериментальных (optim) температурных условиях и уровни температурной адаптации активных форм (T_a) и потенциального максимума численности (T_m)

% микрофлоры	м. Мальчин			б. Двужорная		
	Аэ	АнАэ	СРБ	Аэ	АнАэ	СРБ
real	3.3	28.8	0.0	44.8	44.1	0.0
optim	30.4	91.5	34.1	44.8	44.1	0.0
T_a	0.8	3.5	0.0	100.0	100.0	100.0
T_m	6.9	11.1	15.9	100.0	100.0	100.0

В отличие от подверженной воздействию множества факторов поверхности донных осадков, где обитают преимущественно аэробные представители, более стабильные условия нижележащих горизонтов, основном месте локализации анаэробов, по всей видимости определяют их повышенную адаптацию к данным условиям.

Выводы

Таким образом, несмотря на более высокий деструкционный потенциал заглубленных донных осадков, жесткие условия среды обитания, прежде всего температура и наличие кислорода, определяют значительное снижение численности жизнедеятельной микрофлоры и ее окислительной активности. Так, способностью к росту обладала лишь одна из ста клеток активных форм, и каждая пятнадцатая из возможного максимума численности при оптимальной температуре. При этом скорость окисления органических веществ в донных осадках у м. Мальчинне при реальных условиях не превышала 1.19 мкг/г·ч, тогда как в мелководных грунтах Двужорной бухты составлял 1.82 мкг/г·ч.

В стабилизированных донных системах с относительно постоянным уровнем содержания органического вещества скорости его окисления и седиментации, как основного процесса поступления в осадки, примерно равны, что позволяет ориентировочно по одному из этих параметров оценить величину другого, а при изменениях количества органической компоненты определить тенденции их соотношения.

Благодарности. Автор выражает признательность к.б.н. М. Б. Гулину за организацию экспедиционных работ и обсуждение материалов настоящей работы.

Список литературы

1. Агатова А.И., Аржанова Н.В., Лапина Н.М. Торгунова Н.И. Красюков Д.В. Пространственно-временная изменчивость органического вещества в прибрежных экосистемах Кавказского шельфа Черного моря // *Океанология*. – 2005. – Т. 45, №5. – С. 670–677.
2. Богдановская В.В. Количественная оценка химического обмена биогенных элементов через границу вода - осадок: Автореф. дисс. канд. геол.-минерал.наук. – Ин-т океанологии, 1993. – 25с.
3. Горбенко Ю. А. О наиболее благоприятном количестве «сухого питательного агара» в средах для культивирования морских гетеротрофных микроорганизмов // *Микробиология*. – 1961. – 30, вып. 1. – С. 168–172.
4. Ковригина Н.П., Бобко Н.И., Смирнова Ю.Д. Гидрохимические показатели морской акватории Карадагского заповедника в 2003–2004 годах // *Материалы IV гидроэкологического съезда Украины*. – Наук. зап. Терноп. НПУ. – Серия: биология. – 2005. – № 4 (27). – С. 157–159.
5. Ковригина Н.П., Троценко О.А., Щуров С.В. Особенности пространственного распределения гидролого-гидрохимических показателей прибрежной акватории Карадага в современный период (2005-2006) // *Карадаг 2009: Сборник научных трудов, посвящ. 95-летию Карадагск. научн. станц. и 30-летию Карадагск. природн. зап. НАНУ/ ред. А.В. Гаевская, А.Л. Морозова*. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. – С 446–461
6. Ковригина Н.П., Троценко О.А., Губанов В.И., Субботин А.А., Поспелова Н.В. Результаты исследований экологического состояния акватории Карадагского природного заповедника (2009 г.) // *Наук. зап. Терноп. НПУ. – Серия: биология*. – 2010. – № 3 (44). – С. 116–119.
7. Чекалов В.П. Методические аспекты учета численности бактериобентоса в условиях сезонного колебания температур // *Вісник Дніпроп. Унив. Біологія. Екологія*. – 2012. – 20, №7/1. – С. 101–107.
8. Чекалов В.П. Простой способ культивирования и учёта численности анаэробных бактерий // *Морск. экол. журн.* – 2014. – Т. 13, №1. – С. 44.
9. Чекалов В.П. Абсорбция кислорода донными осадками прибрежных районов Севастополя (Чёрное море) в процессе утилизации органического вещества // *Морск. биол. журн.* – 2016. – Т. 1, № 4. – С. 44–52.
10. Froelich P.N., Klinkhammer G.P., Bender M.L., Luedtke N.A., Heath G.R., Cullen D., Dauphin P., Hammond D., Hartmann B. Early oxidation of organic matter in pelagic sediments of the eastern equatorial Atlantic: suboxic diagenesis // *Geochim. Cosmochim. Acta*. – 1979. – 43. – P. 1075–1090.
11. Schulz H.D. Quantification of early diagenesis: dissolved constituents in marine pore waters // *Marine Geochemistry*. Springer. Berlin. Heidelberg. – 2000. – P. 85–128.

**OXIDATIVE ACTIVITY OF BENTHOSE BACTERIA IN THE BOTTOM
SEDIMENTS OF KARADAG AND THE DVUYAKORNAYA BAY (BLACK SEA)**

Chekalov V.P.

Kovalevsky Institute of Marine Biological Research RAS, Sevastopol Russian Federation

e-mail: valch@mail.ru

The influence of the bacterial community on the formation of the oxygen regime and the processes of destruction of organic matter as a function of temperature and redox conditions in the bottom systems of loose soils of contiguous water areas in the Karadag area (Black Sea)

are considered. The harsh environmental conditions in deepened bottom sediments determine a significant decrease of the oxidative activity and number of viable microflora, despite their higher destructive potential under conditions optimization. Only one of the hundred cells of active forms and every fifteenth from the possible maximum number at the optimum temperature possessed the capacity for growth. At the same time, the rate of oxidation of organic matter in bottom sediments by Malchin cape under real conditions did not exceed $1.19 \mu\text{g} / \text{g}\cdot\text{h}$, while in the soil of shallow waters area of the Dvuyakornaya Bay was $1.82 \mu\text{g} / \text{g}\cdot\text{h}$. The data on the ratio of the rates of oxidation and the production of reduced compounds in the bottom sediments of the investigated regions are given.

Key words: bottom sediments, oxygen consumption, bakteriobentos, the Black Sea.

Поступила в редакцию 25.05.2017 г

УДК 612.6.05

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА УРОВНЯ СТИГМАТИЗАЦИИ СЕЛЬСКИХ И ГОРОДСКИХ ОБУЧАЮЩИХСЯ КАК КРИТЕРИЙ НЕБЛАГОПРИЯТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Ибрагимова Э.Э.

ГБОУ ВО РК «Крымский инженерно-педагогический университет», г. Симферополь,
Российская Федерация, e-mail: evelina_biol@mail.ru

В статье представлены данные сравнительной оценки уровня стигматизации студентов, рожденных и выросших в городской и сельской местности. Установлены статистически значимые отличия как по частоте встречаемости малых аномалий развития у обследованных студентов, так и по уровню стигматизации. В частности, в группе городских обучающихся частота встречаемости малых аномалий развития составила 67.27%, у сельских – 52%. Средний уровень стигматизации в первой группе составил 3.71 ± 0.43 , во второй – 2.10 ± 0.24 ($p < 0.05$). У обследованных студентов имели место отличия и по количеству выявленных дисгенезий. Так в группе городских студентов было обнаружено 34 вида малых аномалий развития, а в группе сельских – 28 видов соответственно. Наиболее распространенными дисгенезиями у городских студентов оказались аномалии конечностей, спины, ушей и зубов. Разновидности малых аномалий развития сельских обследуемых несколько отличались, так как в данной группе наиболее характерными оказались аномалии конечностей и зубов. Статистически значимые отличия показателей частоты встречаемости малых аномалий развития у городских и сельских обучающихся позволили прийти к заключению, что городская среда, отличающаяся более высоким уровнем техногенного загрязнения, оказывает выраженное неблагоприятное воздействие на перинатальный этап развития организма.

Полученные данные свидетельствуют о том, что время закладки и формирования структур опорно-двигательной системы является очень уязвимым периодом перинатального онтогенеза к негативному влиянию экзогенных факторов.

Ключевые слова: малые аномалии развития, студенты, городские, сельские, конечности, ушные раковины, перинатальный онтогенез, стигмы дизэмбриогенеза, дисгенезии.

Введение

С каждым годом темпы загрязнения окружающей природной среды возрастают, что приводит к трудно разрешимым экологическим проблемам. С одной стороны, происходит интенсификация и глобализация воздействия человека на природу, что связано с необходимостью развития энергетической базы, промышленного и сельскохозяйственного производства, а с другой – интенсификация жизнедеятельности человека неизбежно увеличивает количество трудно утилизируемых отходов, накопление которых отрицательно сказывается на благополучии биосферы и ставит под угрозу здоровье человека и его генофонд. Следовательно, антропогенное воздействие на биосферу в результате активизация хозяйственно-производственной деятельности человека, создает ситуацию острого экологического кризиса. В этой связи важное значение приобретают необходимые меры по предотвращению экологического кризиса в каждом конкретном регионе страны. К сожалению, проблема антропогенного загрязнения окружающей природной среды актуальна и для Крыма – одного из основных регионов отдыха человека (Шибанов, 2006). До 70–80% загрязнений атмосферы Крыма приходится на автотранспорт, выхлопные газы которого составляют продукты полного и неполного сгорания топлива автомобилей (Экология Крыма, 2003) и поставляют в воздух более 200 различных веществ (География Крыма, 2001).

В последние годы отмечается снижение уровня здоровья населения Крыма. Загрязнение воздушного бассейна, гидросферы и педосферы приводит к конфликту

между биологической составляющей человека и его средой обитания, что сопровождается развитием патологических изменений в организме, которые в большинстве своем представляют собой врожденные отклонения строения органов от нормальной физиологической организации, фенотипически проявляющиеся в виде больших и малых аномалий развития (БАР, МАР). Причинами их развития могут быть проблемы экологии, отягощенная наследственность, психологические расстройства, тератогенное действие некоторых препаратов и веществ, нездоровый образ жизни беременной женщины и многие другие. Установлено, что частота встречаемости малых аномалий развития выше, чем больших пороков, при этом отмечается, что МАР идентифицируются как у больных, так и у здоровых людей, однако чаще у больных индивидуумов (Ходос, 1984). Следовательно, количественный анализ МАР может служить информативным методом прогноза и оценки физического, нервно-психического и социального развития индивидуума (Хацкель, Клиценко, Павлов, 2012).

Увеличение частоты встречаемости стигм дизэмбриогенеза, в том числе и у здоровых индивидуумов обусловило цель настоящей работы, которая заключалась в сравнительной оценке уровня стигматизации сельских и городских жителей, так как урбоэкосистемы отличаются более высокой техногенной нагрузкой (Ибрагимова, 2008). Следовательно, сельские жители проживают в более благоприятных, с экологической точки зрения, условиях.

Материалы и методы

В соответствии с целью исследования в эксперименте на основе принципов Хельсинкской декларации (2013), на добровольной основе приняли участие студенты Крымского инженерно-педагогического университета факультета психологии и педагогического образования ($n = 105$, возраст 18-21 лет), которые в соответствии с местом рождения и проживания были разделены на две группы: 1) городские ($n = 55$); 2) сельские ($n = 50$).

У студентов обеих групп оценивали фенотип на наличие стигм дизэмбриогенеза и определяли уровень стигматизации. Путем физикального осмотра обследуемых выявляли малые аномалии развития альтернативной группы, в частности (Бутвиловский, Бутвиловский, Давыдов, 2010):

череп: ассиметричный, долихоцефалический, выступающий затылок, черепно-лицевая асимметрия, микрогнатия, макрогнатия, неправильный прикус, дефекты челюсти.

глаза: монголоидный разрез, антимонголоидный разрез, узкая глазная щель, микрофтальм, макрофтальм, эпикант, неправильная форма зрачка, поликорнеа.

рот: микростомия, макростомия, высокое небо, уплощенное небо, «карпий рот», неправильная форма зубов.

уши: низкое стояние, ассиметричное расположение, различная величина, большие оттопыренные, разновеликие ушные раковины, аномалия строения завитка и противозавитка, присосшая мочка, расщепленная мочка, микроотия.

шея: короткая, крыловидные складки, кривошея.

туловище: длинное, короткое, деформации грудной клетки, большое расстояние между сосками, низкое стояние пупка, пупочная и паховая грыжи.

кисти: брахидактилия, аранходактилия, синдактилия, клинодактилия, короткий изогнутый V палец, маленькие ногти на всех, одном или нескольких пальцах, обезьянья (поперечная) борозда ладони.

стопы: двузубец, трезубец, сандалевидная щель, арахнодактилия, синдактилия, брахидактилия, плоская стопа, греческая стопа, большой первый палец, пальцы находят друг на друга, маленькие ногти на всех или одном пальцах стопы.

кожа: гемангиомы, депигментированные и гиперпигментированные пятна, избыточное оволосение, атрофические стрии на спине, бедрах, животе, большие родимые пятна.

спина: плоская, с искривлениями.

сердце (на основе данных медицинских карт): боталлов проток, хорда, овальное окно, пролапс митрального клапана.

Статистическую обработку полученных результатов осуществляли с использованием программного обеспечения Microsoft Excel путем расчета среднего арифметического (M), стандартной ошибки средней (m), среднеквадратического отклонения (SD). Достоверность полученных данных определяли с помощью оценки значимости различий средних величин по t -критерию Стьюдента.

Результаты и обсуждение

Результаты проведенных наблюдений свидетельствуют о том, что у 60% ($n = 63$) студентов имеет место наличие стигм дизэмбриогенеза, при этом средняя частота встречаемости МАР у одного обследуемого составила $3,17 \pm 0,52$, что соответствует низкому уровню стигматизации (от 0 до 5 МАР) (Бутвиловский, Бутвиловский, Давыдов, 2010).

У обследуемых студентов было обнаружено 37 видов МАР в различных анатомо-топографических областях тела. Количество МАР у одного студента варьировало от 0 до 7. Низкий уровень стигматизации (0–5 стигм) был выявлен у 88.9% студентов, средний уровень (6–9 стигм) – у 11.1% обследованных. Наиболее частыми стигмами дизэмбриогенеза в обследованной группе оказались: аномалии стоп и кистей – 31.93%; ушных раковин – 26%; позвоночника – 10.47%, а также формы зубов – 8.37% и прикуса – 3.14%.

Анализ внутригруппового распределения обучающихся показал, что у 37 студентов (67.27%), родившихся и проживающих в городской местности, обнаруживаются МАР, соответственно в сельской, у 26 человек (52%). Внутригрупповое распределение стигм у обследованных обучающихся позволило установить статистически значимые различия ($p < 0.05$) по уровню стигматизации среди городских и сельских обучающихся. В частности, средняя величина МАР в группе городских студентов составила 3.71 ± 0.43 , в то время как в группе сельских – 2.10 ± 0.24 ($t_{st} = 3.58$, число степеней свободы $f = 61$, критическое значение $t = 2$, при уровне значимости $\alpha = 0.05$). В связи с этим были установлены различия и в уровне стигматизации студентов. Так, в группе городских обучающихся низкий уровень стигматизации был установлен у 86.49%, соответственно средний – у 13.51%. В группе сельских – 92.37% и 7.63% соответственно. Следовательно, у городских жителей отмечается более высокий уровень стигматизации и частота встречаемости МАР, чем у сельских. Данный факт может быть следствием более высокой техногенной нагрузки в урбозкосистемах, где поллютанты оказывают негативное влияние на организмы. При этом следует отметить, что чем на более ранней стадии развития находится эмбрион, тем более уязвимым является он при воздействии неблагоприятных факторов в сравнении с реакциями взрослого организма (Ходос, 1984).

О наличии различий между городскими и сельскими обучающимися свидетельствует также и количество обнаруженных МАР. В частности, в группе городских обучающихся было обнаружено 34 вида дисгенезий, сельских – 28 видов. Отличались выявленные МАР не только количественно, но и качественно. Так, самыми распространенными МАР в первой группе обследованных оказались: спина с искривлениями – 9.23%, неправильная форма зубов – 7.69% (рис. 1а, 1б).

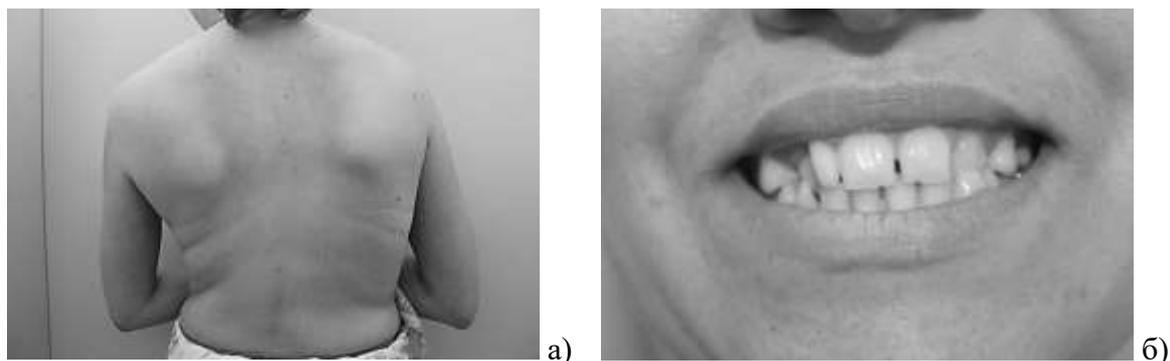


Рис. 1. МАР позвоночника (а) и формы зубов (б)

Большую группу МАР составили аномалии кистей и стоп (в сумме 26.92%). Характерными аномалиями данной группы оказались: короткий изогнутый V палец кисти – 5.38%; укороченная (одна или несколько) ногтевая пластина – 4.61%; греческая стопа – 5.38%; большой I палец стопы, плоская стопа, нахождение пальцев друг на друга – по 3.85% соответственно (рис. 2).

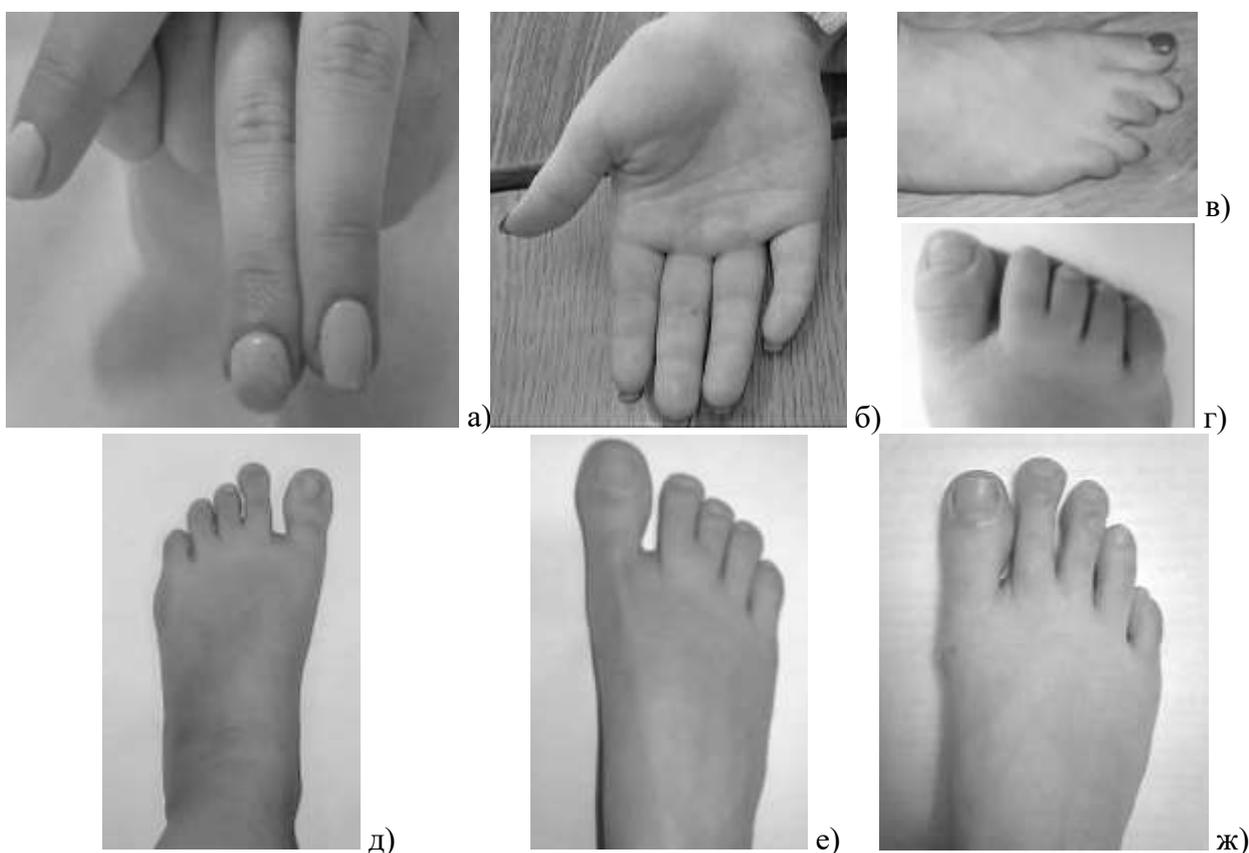


Рис. 2. Малые аномалии кистей и стоп: а – ногтевые пластины различной величины на II пальцах кисти; б – короткий изогнутый V палец кисти; в – нахождение пальцев друг на друга; г – укороченные ногтевые пластины на II и III пальцах стопы; д – сандалевидная щель, е – большой I палец в сочетании с частичной синдактилией II и III пальцев; ж – греческая стопа – длинный II палец

Следующей группой по частоте встречаемости дисгенезий оказались различные аномалии ушных раковин, в частности, были выявлены следующие МАР: приросшая мочка – 4.61%, асимметричное расположение – 3.85% и прочие (большие оттопыренные уши, дарвинов бугорок) (рис. 3).



Рис. 3. Малые аномалии развития ушных раковин: а – присосшая мочка; б – асимметричное расположение ушных раковин; в – дарвинов бугорок; г – большие оттопыренные уши

В группе сельских обучающихся самыми распространенными оказались аномалии конечностей – 13.11%, в частности, греческая стопа – 8.19%, плоская стопа – 4.92%. Следующей по частоте встречаемости МАР в указанной группе была неправильная форма зубов – 9.84% и в равной степени спина с искривлениями и присосшая мочка – по 6.56%. Все остальные МАР (короткое или длинное туловище, долихоцефалический череп, высокой небо, большое расстояние между сосками, пороки развития сердца, брахидактилия, арахнодактилия, гетерохромия и др.) встречались гораздо реже (<5%).

Сравнительный анализ полученных данных показал, что в обеих группах обследованных студентов самыми распространенными по частоте встречаемости были МАР конечностей, однако в группе городских обучающихся она была в 2.05 раза выше. Аналогичная картина была характерна и для МАР спины, частота встречаемости которой оказалась в 1.45 раза выше у городских обучающихся. Следует отметить, что второй категорией МАР по частоте встречаемости у сельских обучающихся была неправильная форма зубов (9.84%), а у городских – МАР спины. По-видимому, при повышенном техногенном прессинге увеличивается не только частота проявления МАР, но и степень поражения органов (не зубы, а спина).

Таким образом выявленные аномалии по частоте встречаемости у городской группы расположились в следующей последовательности: конечности (кисти и стопы – 26.92%) > спина (9.23%) > уши (8.46%) > зубы (7.69%); у сельской группы: конечности (13.11%) > зубы (9.84%) > спина и уши (по 6.56%). Следовательно, можно прийти к заключению, что период закладки и формирования конечностей является очень уязвимым этапом перинатального онтогенеза к действию экзогенных и эндогенных факторов. В урбозкосистемах частота встречаемости МАР конечностей в два раза выше, чем в сельской местности. Аналогичная ситуация оказалась характерной и для МАР спины, следовательно, опорно-двигательный аппарат характеризуется большей степенью повреждения при техногенном загрязнении.

Выводы

Результаты проведенных наблюдений свидетельствуют о том, что 60% (n = 63) обследованных студентов имеют МАР, средний показатель которых составил 3.17 ± 0.52 , что соответствует низкому уровню стигматизации. Анализ внутригруппового распределения МАР у обучающихся показал, что они обнаруживаются у 37 студентов, родившихся и проживающих в городской местности, и у 26 студентов, родившихся в сельской.

Наиболее распространенными МАР у городских студентов оказались аномалии конечностей, спины, ушей и зубов. Характер МАР сельских обследуемых был несколько иным, в частности, наиболее распространенными МАР оказались аномалии конечностей и зубов. Сравнительная оценка частоты встречаемости стигм дизэмбриогенеза у городских и сельских студентов, позволила установить более высокий показатель стигматизации у первой группы обследуемых (67.27%), в то время как у представителей второй группы он составил 52%. Статистически значимые отличия показателей частоты встречаемости МАР у городских и сельских учащихся позволили прийти к заключению, что городская среда, отличающаяся более высоким уровнем техногенного загрязнения, оказывает выраженное неблагоприятное воздействие на перинатальный этап развития организма. При этом наиболее уязвимой физиологической мишенью к действию экзогенных (средовых) факторов является период закладки и формирования конечностей.

Благодарность. Автор выражает благодарность студентам, принявшим участие в исследовании и предоставившим фотографии МАР.

Список литературы

1. Бутвиловский В.Э., Бутвиловский А.В., Давыдов В.В. Семиотика наследственных болезней. Стигмы дизэмбриогенеза // Военная медицина. – 2010. – № 3. – С. 106-108.
2. География Крыма: Учеб. пособ. для учащ. общеобразоват. учеб. заведений / Л.А. Багрова, В.А. Боков, Н.В. Багров. – К.: Лыбидь, 2001. – 304 с.
3. Ібрагімова Е.Е. Екологічна оцінка дії техногенних хімічних забруднень на цитогенетичні показники вищих рослин в умовах Криму: Автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.16. – КНУ. Київ, 2008. – 20 с.
4. Хацкель С.Б., Клищенко О.А., Павлов Ю.В. Клиническое значение уровня стигматизации у детей раннего возраста [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://medresurs.in/publ/pediatric/klinicheskoe_znachenie_urovnja_stigmatizacii_u_detej_rannego_vozrasta/26-1-0-90.

5. Ходос Х.Г. Малые аномалии развития и их клиническое значение. Иркутск: Восточно-Сибирское книжное изд-во, 1984. – 85 с.
6. Шибанов С.Э. Основные экологические проблемы Крыма // Матер. II Міжн. наук.-практ. конф. “Сучасні наукові дослідження – 2006”. – 2006. – Т. 18. Екологія. – С. 24–26.
7. Экология Крыма. Справочное пособие / Под ред. Н.В. Багрова и В.А. Бокова. С.: Крымское учеб.-педагогич. гос-ное изд-во, 2003. – 360 с.

COMPARATIVE EVALUATION OF THE LEVEL OF STIGMATIZATION OF RURAL AND URBAN LEARNERS AS A CRITERION OF UNFAVOURABLE INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC POLLUTION

Ibragimova E.E.

Crimean Engineering and Pedagogical University, Simferopol, Russian Federation

e-mail: evelina_biol@mail.ru

The article deals with the data of a comparative evaluation of the level of stigmatization of learners who were born and raised in urban and rural areas. Statistically significant differences were identified both in the frequency of occurrence of small anomalies of development as well as in the level of stigmatization of the examined students. In particular, in the group of urban students the frequency of occurrence of small anomalies of development made up 67.27%, whereas rural students – 52%. The average level of stigmatization in the first group made up 3.71 ± 0.43 , in the second – 2.10 ± 0.24 ($p < 0.05$).

The examined students had differences in the number of demonstrated dysgenesis. Therefore, in the group of urban students there were 34 types of small anomalies of development, and in the rural group there were 28 species respectively. The most widespread dysgenesis of urban students there were anomalies of the limbs, back, ears and teeth. The varieties of small anomalies of development of rural students were somewhat different, since in this group the most peculiar there were anomalies of limbs and teeth. Statistically significant differences of indexes of frequency of occurrence of small development anomalies of urban and rural students led to the conclusion that the urban environment, which is characterized by a higher level of anthropogenic pollution, has an unfavorable influence on the perinatal stage of the organism development.

The received data indicate that the period of formation of the structures of the musculoskeletal system is a very vulnerable period of perinatal ontogenesis to the negative influence of exogenous factors.

Key words: small developmental anomalies, students, urban, rural, limbs, ears, perinatal ontogeny, stigmas of dysembryogenesis, dysgenesis.

Поступила в редакцию 19.02.2018 г.

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ, ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И
ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 502.52:551.435.62(470.7)(210.1)

**ОПОЛЗНИ КЕРЧЕНСКОГО ПОЛУОСТРОВА – ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ МУЗЕЙ
ПОД ОТКРЫТЫМ НЕБОМ**

Баранов П.Н., Ошкадер А.В., Хребтова Т.В.

*Керченский государственный морской технологический университет, г. Керчь, Российская
Федерация, e-mail: baranov_pn@bk.ru, anna_oshkader@mail.ru, tkhreibtova@mail.ru*

В статье рассмотрены актуальные вопросы оползневой активности Керченского полуострова. Показано, что тектонические процессы, а, следовательно, и оползневые процессы, прослеживаются на протяжении всей геологической истории Керченского полуострова. Соответственно выделены оползни древние, молодые, современные. По морфологии оползни подразделены на: линейные, циркуобразные, потоки, оплывины. Линейные и циркуобразные оползни связаны геологическими процессами планетарного масштаба. Потоки и оплывины возникают при участии атмосферных осадков, техногенных стоков и морских волн. Необходимым условием для грамотного освоения территории и геологического обоснования проведения мероприятий по инженерной защите является оценка оползневой опасности и выполнение прогнозной оценки устойчивости территории. В геологическом строении Керченского полуострова выделены семь структурных ярусов, каждый из которых характеризуется определенным набором минералов, в частности гипса, а также редких коллекционных минералов и палеонтологических находок. Их декоративные свойства: форма, размер, прозрачность, цвет, привлекают внимание дизайнеров и художников. Оползни Керченского полуострова необходимо рассматривать как геологический музей под открытым небом, созданной самой природой. Главное на сегодня – использовать эти объекты для изучения природных процессов, экологического просвещения населения и туристов, а также для эстетического воспитания молодежи и населения региона.

Ключевые слова: оползень; гипс; экологическая эстетика; геологический ярус; палеонтологические образцы; Керченский полуостров.

Введение

На Керченском полуострове около 50 % территории так или иначе связано с оползневыми процессами. Они находятся в генетической взаимосвязи с планетарными тектоническими процессами, которые определили заложение регионального Индоло-Кубанского разлома в конце олигоцена (25 млн. лет тому назад). Находясь в активной фазе до настоящего времени, он сформировал Индоло-Кубанскую впадину с осадочным комплексом пород морского происхождения (глинистые, карбонатные, песчанистые).

Керченский полуостров вместе с Азовской впадиной и Керченским проливом входят в состав Индоло-Кубанского прогиба, и характеризуется оползневыми процессами, грязевым вулканизмом, формированием соляных озер (Благоволин, 1962; Геология СССР, 1969; Баранов и др., 2017). Эти процессы формировали древний рельеф, они сформировали и современный. Всю эту информацию можно прочесть в естественных обнажениях, которые предоставляют оползневые процессы. Причем с каждым сезоном информация, предоставляемая оползневыми процессами, обновляется, выявляя новые закономерности распределения и взаимоотношения геологических комплексов, в том числе минералогических и палеонтологических фактов.

Материалы и методы

Выполнение данной работы основано на сборе и обобщении опубликованных и фондовых материалов по геологии Керченского полуострова в целом (Благоволин, 1962; Геология СССР, 1969; Оползни Черноморского..., 1977; Ерыш, Саломатин, 1999; Клюкин, 2007), а также изучении инженерно-геологических условий отдельных участков побережья (Кудрик, Хребтова, 2015). Были обобщены текстовые и графические материалы, в том числе карты различного масштаба. Были выполнены полевые маршрутные обследования побережья с выявлением и картированием оползневых участков, выполнена координатная привязка вновь выявленных участков. Работа включала предварительное дешифрирование космоснимков для уточнения структурно-тектонического плана. По результатам проведенных полевых работ осуществлялось лабораторное обследование образцов горных пород и минералов. На основании полученных материалов создана база данных. Также были выполнены палеоэкологические реконструкции Керченского полуострова. Возможности развития эколого-минералогического туризма, специфика и физико-географические особенности региона обсуждались в докладах различных научных конференций и публикациях (Баранов и др, 2016; Баранов, Ошкадер, Хребтова, 2016; Константинов, Константинов, Баранов, 2016; Баранов и др, 2017).

Морфологические и возрастные особенности оползней Керченского полуострова

В геологической истории полуострова можно выделить два этапа в формировании региональных оползней, которые определили геологическое строение. Первый связан с формированием палеогеновых глинистых пород майкопской серии, второй – отложениями неогена. И те, и другие накапливались в морских бассейнах на фоне общего понижения морского дна.

Между двумя стратиграфическими подразделениями (палеоген и неоген) пролегает гряда мшанковых известняков – Парпачский хребет. Формированию известняков способствовал тектонический разлом, который сыграл решающую роль в строении полуострова. Во-первых, это теплопроводящая зона для жизнедеятельности колониальных животных. Во-вторых – зона сползания (оползень), по которому происходило проседание северо-восточной части полуострова в неогене с последующим накоплением осадков в морском бассейне. Наиболее интенсивное опускание происходило в восточной части Керченского полуострова и продолжалось вплоть до конца плиоцена.

На заключительных стадиях тектонических подвижек образовались вдавленные синклинали, где формировались пресноводные ожелезненные осадки с фауной и флорой киммерийского яруса.

В связи с этим тектонические процессы, а, следовательно, и оползневые процессы прослеживаются на протяжении всей геологической истории Керченского полуострова, т.е. выделяются оползни древние, молодые, современные (Вахрушев, Баранов, Знаменский, 2016).

Древние, это те оползни, которые скрыты под почвенным слоем и могут угадываться лишь по отрицательным формам рельефа и в первую очередь в районах соленых озер. Иногда их можно наблюдать в естественных обнажениях, образованных в результате современных оползневых процессов. Ярким примером древнего оползня может служить обнажение южнее с. Набережное. Оползень вытянут вдоль береговой линии Керченского пролива примерно на 1 км, ширина его составляет около 200 м. Амплитуда проседания блоков составляет около 25 м. Толща пород имеет невыдержанное слоистое строение. В верхней части разреза преобладают светло-серые

слоистые мергели мощностью 23 м. В нижней части разреза мергели переходят в серые глины. При небольшом отливе на дневную поверхность выходят темно-серые глины тортонского яруса.

В стенке обрушения оползня наблюдается плоскость смещения пластов мергелей и глин в сторону соленого озера Тобечик (рис. 1). Амплитуда смещения до 3 м. Маркирующим горизонтом служат темно-серые глины сарматского яруса.



Рис. 1. Древний оползень. Смещение пород на север в сторону озера Тобечик

Молодые оползни ярко выражены в рельефе, т.е. они образуют крутые склоны, задернованные сезонной травой. Часто на фоне молодых оползней образуются современные, выделяемые по отсутствию растительности.

Таким образом, оползневые процессы на Керченском полуострове происходили всегда и являются его неотъемлемой чертой. По морфологии оползни подразделяются на: линейные, циркообразные, потоки, оплывины.

Линейные оползни характеризуются относительно параллельными оползневыми террасами. Наиболее ярким представителем такого типа оползней является северная окраина с. Осовины. Пологие террасы прослеживаются на расстоянии свыше 400 м. Абсолютная отметка верхней бровки оползня составляет 66 м, при этом средний уклон составляет 14,6 град. Они слабо различимы на местности, но хорошо читаются на спутниковых снимках (рис. 2).



Рис. 2. Спутниковый снимок линейного оползня в районе с. Осовины

Оползневая поверхность полностью покрыта кустарниками, а иногда встречаются многолетние фруктовые деревья (яблоня, груша). Вещественный состав оползня представлен как легко разрушающимися глинами, так и твердыми, но пористыми породами – мшанковыми известняками, выступающими над ландшафтом в виде светло-серых глыб.

Линейный оползень с. Осовины, как видно на рис. 2, резко выступает в Азовское море, образуя мыс Хрони. Он сохранился благодаря массивным блокам мшанковых известняков, которые вместе с глинами мэотического яруса слагают горный массив. Глина под действием волн, атмосферных осадков и ветра быстро разрушается, а глыбы известняков накапливаются вдоль береговой линии.

Слева (западная сторона) линейные террасы обрывают более молодые оползни в глинистых породах сарматского и торгонского ярусов. В результате абразивных процессов сформировалась бухта Булганак. Справа (восток) залегают глинистые породы мэотического яруса с небольшим содержанием мшанковых известняков. Таким образом, ступенчатый склон оползня на относительно большом расстоянии свидетельствует о медленном опускании дна Азовского моря, т.е. Индоло-Кубанской впадине.

Циркообразные оползни – это сложные по своему строению природные объекты, образующиеся, как правило, в глинистых породах. Накладываясь на линейные оползни, они усложняют береговую линию бухтами и заливами. Примером может служить амфитеатр бухты Булганак (с. Юркино). Он образует оползневой цирк, площадь которого составляет 14,5 км². Верхняя кромка срыва имеет округлые очертания и контролируется крепкими светло-серыми мшанковыми известняками (рис. 3).

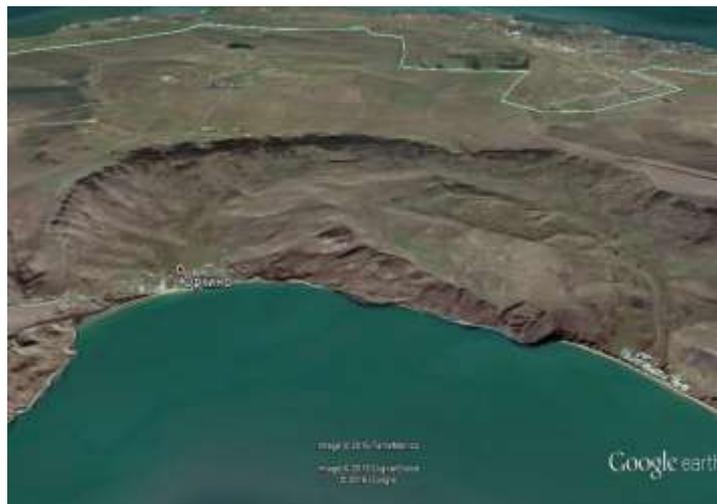


Рис. 3. Циркообразный амфитеатр, с. Юркино

Вся площадь оползневой поверхности усложнена оползнями течения, обрушения и оплывинами. Обрыв верхнего амфитеатра высотой 143 м плавно переходит в овраг и после начинается основное оползневое тело. Резко возвышаясь над основным рельефом, образует холм с вогнутой вершиной.

В нижней части плоскости сползания образуется небольшое озеро атмосферных осадков и грунтовых вод, сформированное на плоскости скольжения оползня, оно служит экраном для водоносного горизонта. Овраг, повторяя контуры бровки оползня, покрыт обильной растительностью. Отдельные места заболочены и покрыты зарослями тростника, что указывает на наличие пресных вод. Вал выпирания, усложненный скоплением шаровидных глинистых пород с многочисленными зонами скольжения, заканчивает оползневое тело возле береговой линии. В результате подмыва прибрежными волнами происходит активное сползание с крутых склонов, которое оставляет на пляжах обломки твердых карбонатных пород.

Оползни течения (потоки) образуются, как правило, в глинистых породах и представляют собой вязкопластическое течение. При движении сползающей массы по краям потока наблюдаются зеркала скольжения. Рельеф потока проявляется в виде бурлящей волны, особенно в нижних частях оползня. В основном такие оползни образуются в местах обильного смачивания пород, за счет атмосферных осадков, как, например, в с. Юркино (рис. 4). В районе Аршинцево оползни течения обычно формируются за счет сточных и грунтовых вод.



Рис. 4. Оползень течения в бухте Булганак

Оплывины – это, по сути, оползни течения, но в уменьшенном масштабе, как по количеству смещенных пород, так и по расстоянию смещения. Такие процессы можно наблюдать во многих местах Керченского полуострова и даже на некрутых склонах (рис. 5). Возникают оплывины обычно на слабо задернованных склонах. Предварительно насыщенная атмосферными осадками небольшая масса верхнего почвенного слоя смещается с коренного залегания на расстояние 5 – 10 м.



Рис. 5. Оплывина в районе м. Зюк

Таким образом, линейные и циркуобразные оползни связаны геологическими процессами планетарного масштаба. Поэтому их надо воспринимать как природные явления. Необходимо проводить разъяснительные работы среди населения о происхождении и характере оползневых процессов, об их неизбежности и о мерах предосторожности. Последние три типа оползней возникают при участии атмосферных

осадков, техногенных стоков, морских волн (абразия), и здесь требуются известные технологии по борьбе с оползневыми процессами.

Необходимым условием для грамотного освоения территории и геологического обоснования проведения мероприятий инженерной защиты является оценка оползневой опасности и прогнозной оценки устойчивости территории. Процедура выявления оползневой опасности включала выделение факторов оползнеобразования, определение вероятности оползней и расчет оползневого потенциала, (т.е. результирующей вероятности возникновения или активизации рассматриваемого типа оползней для каждого участка) (Пендин, Фоменко, 2015). Для развития экотуризма нами рекомендуются участки со сравнительно низкой степенью оползневой опасности.

Геология, минералогия и палеонтологические находки

Оползни Керченского полуострова – это уникальные природные объекты. Они предоставляют неповторимую и *ценную* научную информацию о геологии, горных породах, минералах, фауне и флоре Керченского полуострова, тем самым привлекая внимание ученых, коллекционеров и просто любителей природы.

В геологическом строении Керченского полуострова принимают участие семь структурных подразделений (ярусов).

Майкопская толща – трехкилометровая монотонная нерасчлененная толща переслаивающихся аргиллитов, алевролитов, суглинков, с прослоями бентонитовых глин, возраст которых около 25 млн лет (верхний олигоцен).

Оползни в майкопских отложениях наблюдаются по всему периметру полуострова. В юго-западной части майкопская серия представлена слабо сцементированными суглинками серого цвета, легко разрушаемыми под действием морских волн. В результате длительного воздействия морских волн на неустойчивые породы майкопа происходили оползневые процессы, и береговая линия врезалась в Керченский полуостров на глубину 13 км, что и определило геометрические параметры Феодосийского залива (31 км). Размер залива в субширотном направлении ограничен карбонатными породами юры (запад) и неогена (восток).

Среди суглинков согласно залегают линзы сидеритов размером до 1.5 м и в поперечнике 30 см. Обработка морскими волнами делает их декоративными за счет своеобразной формы коричневого цвета и природной бархатистой поверхности (рис. 6). Любители камня обычно их называют «киммерийцы», в честь древних людей, населявшие Крым в VIII – VII веках до н.э.



Рис. 6. Сидеритовые стяжения, т.н. «киммерийцы»

В северо-восточной части полуострова майкопская толща представлена тонко рассланцованными аргиллитами. По сути, это строго ориентированные в одном направлении чешуйки аргиллитов. Размер их не превышает 3 см, они сыпучие, темно-серого цвета с коричневатым оттенком. Вся толща в разной степени подвержена тектонической переработке, т.е. смята в складки, раздроблена.

Распространение майкопа в северо-восточной части полуострова ограничено породами неогена. Согласно геологическому строению – это ядра антиклиналей. Находясь среди молодых, но более плотных пород, они способствуют образованию оползней в виде циркообразных амфитеатров, при этом береговая линия формирует заливы и бухты. Особенностью этой толщи остаются мощные блоки сидеритов, но без экзотических образований (киммерийцев).

Аргиллиты и органическое битуминозное и сапропелитовое вещество сформировались в палеогеновом морском бассейне на большой глубине в восстановительной среде и отсутствие кислорода. Поэтому неслучайно майкопские отложения являются вмещающей толщей для нефти и газа (Баранов и др., 2017).

Среди майкопских аргиллитов встречается гипс, который находится в тесной ассоциации с выделениями сернистой глины, что может служить поисковым критерием для его нахождения. Гипс представлен в виде единичных кристаллов с хорошо оформленными гранями. Чаще всего встречаются сплюснутые (плоские) сростки и друзы. Они не имеют четкой огранки, т.к. утратили свою первичную форму под действием одностороннего давления. Об этом свидетельствуют сдвиговые деформации, широко проявленные во вмещающих породах майкопской серии. Односторонние нагрузки сопровождались перекристаллизацией минерала в твердой среде по закону Рикке. Поэтому вокруг кристаллов гипса по периферии наблюдается каемка дорастания, иногда с нитевидными кристаллами, т.н. «усами». Различная степень проявления эпитаксии и деформация кристаллов гипса свидетельствует о неравномерном распределении давления в горном массиве.

Интересным фактом для изучаемых гипсов является жировая пленка на поверхности кристаллов, которая требует детального изучения для соответствующих выводов.

Следует заметить, встречаемость гипса не повсеместна, что объясняется специфичностью образования толщи. Размер кристаллов также не выдержан. В одних обнажениях гипс не превышает 5 см, в других он достигает 10 см.

Тортонский ярус (среднемиоценовые отложения) подразделяется на четыре горизонта: тарханский, чокракский, караганский и конкский (Геология СССР, 1969).

Все они представляют мелководные фации: темно-серые сланцеватые аргиллиты с желтыми слойками сернистых глин, раковинными и детритусовыми известняками, иногда песчаниками, часто косослоистыми и переходящими в полукристаллические, с включениями гальки и неокатанных обломков мергелей и раковинных и мшанковых известняков, а местами и конгломератов. Визитная карточка этой толщи – строматолитовые образования в виде шаров, блинов, и плотными слоистыми тромболитами. Чокракские отложения наиболее богаты гипсами и их разновидностями:

- моховый гипс образует толщи до 5 м, разделенные на горизонты мощностью до 1 м. Каждый горизонт имеет основание, от которого как бы растут вверх кристаллы гипса и затем резко обрываются, образуя четкую границу. Гипс серого цвета, легко разрушается, так как состоит из мелких кристалликов в виде пластинок. Этот генетический тип гипса является промышленным и слагает известное Элькеджи-Элинское месторождение (рис. 7);

- стяжения гипса отмечаются в темно-серых аргиллитах. Гипс образует игольчатые кристаллы, исходящие из одного центра кристаллизации. Размер стяжений достигает 20 см. Поверхность таких стяжений выглядит занозистой (рис. 8);



Рис. 7. Моховый гипс



Рис. 8. Стяжения гипса

- единичные двойники гипса отмечаются в слоистых песчаных глинах. Встречаются они в зонах пересечения двух типов трещин (горизонтальных и вертикальных), образуя клиновидную форму кристаллов, которые, как правило, строго ориентированы вниз (рис. 9). Для гипса характерен красноватый оттенок;

- гидротермальные жилы представлены крупнокристаллическим светло-серым гипсом. Мощность жил достигает 15 – 20 см и прослеживается на расстоянии 35 м. Жилы гипса располагаются под слоем строматолитов на контакте с песчанистыми глинами (рис. 10). Часто под действием силы тяжести вышележащих строматолитов, тромболитов жилы гипса деформированы, в результате на поверхности кристаллов гипса наблюдаются следы эпитаксии.



Рис. 9. Клиновидные кристаллы гипса



Рис. 10. Гидротермальные жилы

Вышеперечисленный спектр минеральных разновидностей свидетельствует о специфических условиях формирования гипса в тортонском море. Вначале это были бассейны с сильно пересыщенными растворами. В результате химического осаждения на начальных стадиях галогенеза они формировали мощные толщи мохового гипса с небольшим содержанием глин. Затем море перешло в режим седиментационного бассейна и накоплению терригенных песчано-глинистых осадков. Диагенез и выделение поровых растворов способствовали формированию единичных включений гипса в трещинах и других ослабленных зонах. На стадии формирования

конгломератов и галечника в них было сосредоточено большое количество гидротермальных растворов с соответствующей специализацией, что и привело к образованию гипсовых жил на границе непроницаемого горизонта строматолитов.

Сарматский ярус (верхний миоцен) представлен темно-серыми и зеленоватыми аргиллитами с прослоями рыхлых ракушнякав, глинами с прослоями кремнистых мергелей, обычных мергелей, трепела и известняков. Наиболее полно разрез сарматских отложений представлен в оползневых обнажениях в окрестностях с. Юркино и с. Осовины.

Аргиллиты, занимающие нижнее положение в разрезе, образуют пологий берег, где вода едва их перекрывает. В воде породы довольно скользкие на ощупь и это защищает их от разрушения. Иногда среди обнаженных аргиллитов встречается гипс темно-серого цвета с характерным желтоватым оттенком, который находится в тесном срастании с вмещающими породами, что составляет определенные трудности при его извлечении.

Алевролиты залегают выше по разрезу. Они сильно трещиноваты, легко поддаются разрушению прибрежными волнами, а поэтому находятся на расстоянии 5-10 м от линии уреза воды. Гипс образует сростки кристаллов двух типов: крупные кристаллы в виде листочков и тонкие игольчатые кристаллы (селенитовый тип).

Крупнокристаллический гипс – тесно сросшиеся кристаллы-двойники. Граница между сросшимися кристаллами трассируется мелкими включениями вмещающих пород, которые по мере удаления от линии двойникования расходятся в разные стороны, образуя эффект веера (рис. 11). Часто кристаллы имеют зональное строение: центральная часть прозрачная, а периферическая (1–1.5 см) – с желтоватым оттенком. Граница между двумя зонами резкая и трассируется пылевидными глинистыми включениями. Форма выделений гипса напоминает листочки деревьев, исходящих от одного центра.



Рис. 11. Два генетических типа гипса: в аргиллитах и в мергелях

Гипс-селенит представляет собой игольчатые кристаллы светло-серого цвета, слабо прозрачные, плотно прилегающие друг к другу. Они выполняют роль цемента для более крупных кристаллов. Поэтому игольчатый гипс кристаллизуются на заключительном этапе формирования друз (после крупнокристаллического).

В светло-серых глинах с остроугольными обломками мшанковых известняков встречаются кости ископаемых млекопитающих – тюленей, китов. Иногда фрагменты костей образуют скопления – своего рода ловушки среди глыб известняков. Кости

имеют относительно хорошую сохранность и представлены карбонагидроксилапатитом (курскит) коричневого цвета.

Гипс в мергелях изучался в обнажении, которое сформировалось в результате современного оползня проседания (южная окраина с. Набережное). Длинная сторона оползня размером 1 км вытянута вдоль береговой линии Керченского пролива (ширина 200 м). Амплитуда проседания блоков составляет около 25 м. Толща пород имеет невыдержанное слоистое строение. В верхней части разреза преобладают светло-серые мергели, мощность слоев достигает до 1 м. В нижней части разреза преобладают серые глины.

В коренном залегании гипс образует своеобразные линзы, ориентированные согласно слоистости вмещающих пород (рис. 12). Их размер иногда достигает 30 см. Цвет светло-серый, слабо прозрачный. Нижняя часть линз слегка приплюснута и к ней, как правило, прикрепляется вмещающая порода (мергель). Верхняя часть выделений имеет более выраженный рельеф и четко устремляется вверх. Эти факты свидетельствуют о подачи минералообразующих растворов сверху вниз.



Рис. 12. Линза гипса в мергелях

На сколах линз обнаруживается ярко выраженная зональность: центральная часть представлена глинисто-гипсовым агрегатом и служит подложкой для роста кристаллов; периферическая представляет собой хорошо оформленные кристаллы гипса, ориентированные относительно подложки вверх и вниз.

Линзы гипса сложены кристаллами двух типов. Во-первых, крупные монокристаллы, строго ориентированные от центра к периферии, создающие эффект звезды. Кристаллы хорошо раскалываются по спайности, при этом обнаруживается идеальная прозрачность и отсутствие всякого рода включений. Во-вторых, шестоватые кристаллы, которые как бы заполняют пространство между кристаллами первого типа и тем самым цементируют их. Также встречаются обособления гипса округлых форм в виде шаров, размером от 1 до 5 см. Местом локализации таких выделений служат зоны пересечений трещин.

Таким образом, это свидетельствует о том, что формирование гипса происходило одновременно с диагенезом осадков. Местом для их локализации служили мельчайшие тектонические нарушения в виде трещин отрыва.

Среди мергелистых глин устанавливаются экзотические отпечатки мелкой рыбы (килька). Распределение их в толще неравномерное (иногда на одном месте можно обнаружить до десяти особей). На светло-сером фоне коричневые отпечатки выглядят довольно эффектно. Сохранность отпечатков хорошая, в некоторых образцах сохраняется позвонки с ребрами и даже чешуйки. Очень часто встречаются копролиты

иногда внушительных размеров, с обломками костей рыб, т.е. это копролиты хищников. Редко отмечаются отпечатки флоры: шишки хвойных деревьев, обломки древесины (рис. 13).



Рис. 13. Отпечаток рыбки на мергеле и шишка

Мэотический ярус (верхний миоцен) представлен отложениями, которые сложены темно-серыми аргиллитами и более светлыми алевролитами с включениями желтовато-оранжевых глин. Они включают прослой и неправильные линзы, а также крупные блоки мшанковых известняков (Баранов, 2017).

Зона контакта алевролита и известняка характеризуется особым видом гипса – это так называемый бородавчатый тип (рис. 14). Он установлен в северо-западной части с. Осовины, где местность образована оползнем проседания северо-западного направления. По сути, это плоскость, по которой произошло смещение блока. Оползневая долина имеет резко расчлененный рельеф, определяемый выступающими блоками известняков среди алевролитов, известковистых песчаников, мергелей, мшанковых известняков.

Гипс на поверхности мшанковых известняков представлен в виде крупных наростов размером до 30 см (рис. 15). Кристаллы прозрачные, с включениями водных растворов и глинистых пород. Иногда включения имеют неправильную форму. Аналогичные скопления гипса можно наблюдать в «карманах» мшанковых известняков.



Рис. 14. Бородавчатый гипс на мшанковых известняках



Рис. 15. Монокристалл гипса

Формирование гипса представляется следующим образом. Рост мшанковых рифов происходил на фоне медленного опускания морского дна, что приводило к накоплению песчано-глинистых осадков. Основанием для рифов служили глубоководные илы (впоследствии преобразованные в аргиллиты). Диагенез осадков способствовал выделению растворов, насыщенных сероводородом, в зоны пониженных давлений, таковыми служили постройки мшанковых известняков. Именно здесь

гидротермальные растворы обогащались кальцием, а их поверхность служила местом и подложкой для кристаллизации блочного гипса.

Гипс глинистых отложений (вмещающих пород) представлен несколькими разновидностями. Характерной разновидностью для этой толщи является древовидный гипс с резким желтоватым оттенком. На теле основного кристалла появляются многочисленные кристаллики второго порядка, подчиняющиеся динамическому закону. При рассмотрении внутреннего строения минерала в специально подготовленных пластинах, просматриваются нитевидные включения, исходящие от начала желтой зоны. По мере удаления от центра зарождения они увеличиваются в размере и затем на поверхности минерала-хозяина образуют как бы прикрепленные (случайные) кристаллы. Такая ситуация обычно возникает в пересыщенных растворах в результате резкого снижения давления в минералообразующей системе. Помимо вышеописанных гипсов встречаются кристаллы с ровными (плоскими) гранями, содержащие только включения вмещающих пород и жидкие включения неправильной формы. Такие кристаллы имеют форму ласточкиного хвоста и хорошо раскалываются по спайности.

Щетки гипса образуются на границе глинистых горизонтов и коричневых песчаников. Кристаллики гипса плотно прикреплены к песчаникам, проникая во внутрь породы на глубину до 3 мм. Размер гипса не превышает 5 мм. Кристаллы имеют совершенный облик, прозрачные с плоскими и гладкими гранями.

Селенитовые жилы наблюдаются в открытых трещинах. Белоснежные кристаллы игольчатого гипса как бы соединяют стенки трещин.

Понтический ярус (плиоцен). Отложения представлены двумя фациями, одна из которых - рыхлый ракушняк-известняк, вторая - фация глубоководных глин. Обе фации участвуют в строении синклиналей полуострова, причем фации фален обычно связаны с их крыльями, а осевые части выполнены глинами. Фалена (детритусовый известняк), сцементирована песчано-глинистым цементом и содержит местами буровато-зеленые глинистые или песчаные пропластки плотного зеленовато-серого карбоната. Мощность понтических отложений составляет 10–15 м.

Гипс данного горизонта изучался в районе с. Набережное непосредственно в зоне оползня со стороны моря. Вмещающие породы сильно дислоцированы, рыхлые, часто содержат пятна желто-оранжевых сернистых глин. Выделения гипса совершенно не ориентированы в горном массиве и больше тяготеют к различно ориентированным трещинам. Форма гипса в поперечном сечении – слабовыпуклые линзы, с округлыми очертаниями в плане, иногда просматривается шестиугольник, т.н. кристаллы фантомы (рис. 16). Размер кристаллов не превышает 3 см.

В рудном пласте встречается гипс двух типов. Первый – хорошо сформированные кристаллы с правильной геометрией кристаллов и многочисленными включениями железистых минералов (гематит, лимонит, гетит), оолитов железной руды, что придает гипсу красноватый оттенок.

Второй тип (дислоцированный) – гипс, находящийся в трещинах. Форма образований неправильная, на поверхностях наблюдается вторичное обрастание первичных кристаллов с характерным шелковистым отливом. Часто наблюдается рост новых слоев гипса. Размер образований достигает 18 см (рис. 17).

Таким образом, в данном горизонте наблюдается два процесса минералообразования – первичный и вторичный (наложенный). Оба процесса имеют локальный характер и различное происхождение. Первый отражает специализацию водного бассейна, а второй указывает на оползневые процессы, которые происходили в твердом состоянии после того, когда были сформированы кристаллы гипса.



Рис. 16. Кристаллы гипса



Рис. 17. Дислоцированный гипс в нижнем железистом горизонте

В верхней части киммерийского яруса в зонах ожелезнения (окисления), т.е. это по сути переотложенный рудный горизонт, обычно гипс встречается в пустотелых раковинах, где формирует самые различные модификации от кристаллов с идеальной огранкой до волокнистых и зернистых (рис. 18). Аналогичные кристаллы гипса встречаются в открытых трещинах. Отдельным кристаллам гидроокислы железа придают красный, оранжевый и желтый цвет.



Рис. 18. Гипс в раковине и трещинах рудоносного горизонта

Кристаллы с классической огранкой прозрачные. Иногда можно наблюдать и волокнистые разновидности слегка изогнутые. Гипс, судя по расположению минерала в пустотах раковин, формировался на заключительных стадиях.

Киммерийский ярус интересен и редкими коллекционными минералами (рис. 19): гидроксидами марганца (псиломелан, пиролюзит), карбонатами (арагонит, кутнагорит, сидерит и родохрозит), фосфатами (вивианит, метавивианит, сантабарбарит, анапат), сульфатами (барит, натроярозит, гипс). Кроме того, встречаются отпечатки раков, обломки деревьев замещенные баритом (Константинов, Константинов, Баранов, 2016).



Рис. 19. Коллекционные минералы: родохрозит, вивианит, керченит

Куяльницкий ярус сложен двумя горизонтами. Нижний представлен тонкослоистыми породами, фактически это чередование песчаных глиен серо-желтого цвета и мелкозернистых известковистых песчаников более светлых оттенков. Породы сильно трещиноваты и представляют собой природную мозаику из мелких микроблоков. На Камыш-Бурунском железорудном месторождении (северная окраина с. Приозерное) встречается гипс, на поверхности которого наблюдаются послойный и островковый рост (автоэпитаксия). Образования гипса приурочены к разноориентированным трещинам. В связи с этим форма образований неправильная (амебообразная) с многочисленными включениями вмещающих пород, но при этом гипс остается относительно прозрачным. Формирование гипса происходило под действием всестороннего давления, что приводило к его перекристаллизации в твердом состоянии.

Верхний горизонт представлен относительно рыхлыми, желто-серого цвета пылеватыми суглинками. Гипс образует канатообразные (кораллоподобные) формы, которые тянутся сверху вниз наподобие пеньковых веревок. Ветвящиеся образования унаследуют форму трещин, ориентированы строго вниз на глубину до 3 м и более (рис. 20). Гипсовые образования светло-желтого цвета слабо сцементированы, т.к. цементирующей массой выступают вмещающие породы (суглинки).



Рис. 20. Дендровидный гипс в суглинках куяльницкого яруса

Центр стяжений имеет темное ядро, периферия более светлая. Кристаллы гипса – мелкие линзочки, слабо прозрачные за счет многочисленных включений вмещающих пород. На поверхности стяжений гипс разно ориентирован, острые края линз выглядывают из основной массы наподобие острых лезвий. Также здесь отмечаются стяжения гипса округлой формы (шары) с аналогичными характеристиками.

Эстетические аспекты оползней Керченского полуострова

Природные процессы (дождь, снег, времена года, извержение вулканов и т.д.) – уникальное явление, созданное самой природой. Поэтому они воспринимаются как нечто естественное и необходимое. Природные процессы вызывают двоякую реакцию на происходящее в природе: инстинкт самосохранения и чувство восхищения (Яковенко, Баранов, 2016).

Так, обычные сезонные изменения в природе создают определенные сложности в жизни человека, однако творческие люди при этом получают вдохновение для создания музыкальных (А.Л. Вивальди, П.И. Чайковский), поэтических и живописных произведений (И.И. Шишкин, И.К. Айвазовский). Более драматические природные процессы, в результате которых развиваются катастрофические явления (извержение вулканов, землетрясения) также не оставляют человека равнодушным. Красочный фейерверк извергаемой лавы, мощь и сила природных процессов, их непредсказуемость также находят отражение в творчестве.

Оползни Керченского полуострова – это тоже геологический процесс, происходящий медленно и неуклонно. Его привлекательные особенности заключаются в формах, размерах, цветовой гамме обнажений, а также минералах и палеонтологических образцах, встречаемых на оползневых склонах.

Как отмечалось выше, оползни подразделяется на четыре типа. Каждый морфологический тип имеет художественный образ, который уже заложен в его названии: линейный (ступенчатый, террасы), циркообразный, поток, оплывины.

Термин (образ) «линейный (ступенчатый, террасовый) тип оползней» подразумевает композицию, которая представлена равномерно спускающейся оползневой толщей. В любом случае это размеренная спокойная композиция, в перспективе пригодная для создания зон отдыха.

Оползневые склоны пос. Аршинцево представлены в виде террас, усложненных оползнями течения и обрушения. Здесь расположена широкая пляжная зона для семейного отдыха, сохраненная благодаря заградительным блокам. Склон оползня состоит из трех террас и может быть использован для создания трехсоставной композиции. Как вариант, это может быть флаг России, включающий, как известно, три цвета. Создать такую композицию можно из цветов, которые адаптированы к высоким температурам. Колебание цветов под действием ветра будет создавать эффект движения флага (рис. 21).

Следующие типы оползней – циркообразный, поток, оплывины можно использовать как объекты для проведения конкурсов по ландшафтному дизайну.

Неотъемлемой составляющей для оползней Керченского полуострова являются редкие коллекционные минералы, палеонтологические находки и постоянно встречающиеся кристаллы гипса. Их декоративные свойства: форма, размер, прозрачность, цвет, привлекают внимание дизайнеров и художников.

Разработка дизайнерских решений, направленных на усиление художественности природных кристаллов гипса – путь в большое искусство. Картина «Гипсовая роза Керчи» выполненная в смешанной технике «*Art in stone*», в которой сюжет совмещен с декоративными свойствами гипса (рис. 22).

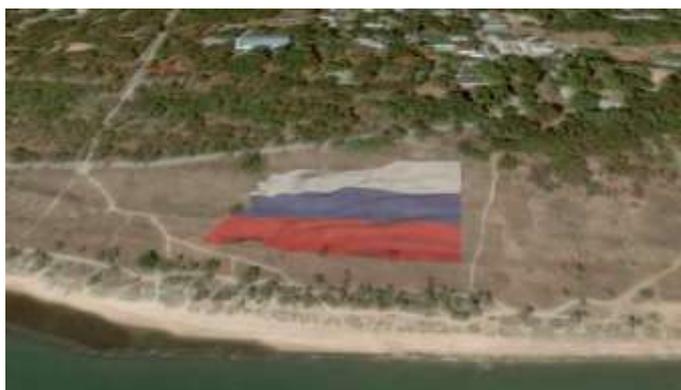


Рис. 21. Пример возможного оформления оползневого склона с низкой степенью оползневой опасности и оползневой риска побережья Керченского пролива (пос. Аршинцево)



Рис. 22. Картина «Гипсовая роза Керчи». Художник О. Матюшкина

В данной картине именно гипс является главным и основополагающим элементом сюжета и раскрывает созданный природой художественный образ.

Выводы

Таким образом, оползни Керченского полуострова необходимо рассматривать как геологический музей под открытым небом, созданной самой природой. Главное на сегодня использовать эти объекты для изучения природных процессов, экологического просвещения населения и туристов, а также для эстетического воспитания молодежи и населения региона.

Список литературы

1. Баранов П.Н., Ошкадер А.В., Подлипенская Л.Е., Хребтова Т.В., Матюшкина О.П., Лысенко В.В. Эколого-минералогический туризм на Керченском полуострове (на

- примере гипса) // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. – Том 3 (69). – №1. – 2017. – С. 3–19.
2. Баранов П.Н., Ошкадер А.В., Хребтова Т.В. Специфика и физико-географические особенности Керченско-Таманской области как предпосылки развития научного и эколого-познавательного туризма // Проблемы и перспективы развития туризма в Южном федеральном округе: сборник научных трудов. – Симферополь, 2016. – С. 289–295.
 3. Баранов П.Н., Хребтова Т.В., Ошкадер А.В., Константинов В.А., Лысенко В.В. К вопросу палеоэкологических реконструкций территории Керченского полуострова в палеоген неогеновое время на основе изучения типоморфизма // Экологическая безопасность территорий и акваторий: региональные и глобальные проблемы: региональная научно-практическая конференция, 24–28 октября 2016 г.: матер. докладов. – Керчь, 2016. – С. 29–36.
 4. Благоевлин Н.С. Геоморфология Керченско-Таманской области. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 192 с.
 5. Вахрушев Б.А., Баранов П.Н., Знаменский П.А. Оползни Керченского полуострова: экология, эстетика // Экологическая безопасность территорий и акваторий: региональные и глобальные проблемы: региональная научно-практическая конференция, 24–28 октября 2016 г.: матер. докладов. – Керчь, 2016. – С. 58–62.
 6. Геология СССР. Т.8. Крым. Часть 1. / ред. М.В. Муратов. – М.: Недра, 1969. – 575 с.
 7. Ерыш И.Ф., Саломатин В.Н. Оползни Крыма. – Ч. 1. – Симферополь: «Апостроф», 1999. – 247 с.
 8. Клюкин А.А. Экзогеодинамика Крыма. – Симферополь: «Таврия», 2007. – 320 с.
 9. Константинов В.А., Константинов А.В., Баранов П.Н. Роль коллекционных камней железорудного бассейна в экологии Керченского полуострова // Экологическая безопасность территорий и акваторий: региональные и глобальные проблемы: региональная научно-практическая конференция, 24–28 октября 2016 г.: матер. докладов. – Керчь, 2016. – С. 127–132.
 10. Кудрик И.Д., Хребтова Т.В. О необходимости проведения противооползневых и берегозащитных мероприятий на Керченском полуострове // Экологическая безопасность и охрана окружающей среды в регионах России: теория и практика: Всероссийская научно-практическая конференция, 12–13 октября 2015 г.: матер. докл. / Волгоградский государственный университет. – Волгоград, 2015. – С. 181–187.
 11. Оползни Черноморского побережья Украины / Ред. А.Н. Лужецкого. – М.: «Недра», 1977. – 130 с.
 12. Пендин В.В., Фоменко И.К. Методология оценки и прогноза оползневой опасности. – М.: URSS, 2015. – 320 с.
 13. Яковенко М.Л., Баранов П.Н. Экологическая эстетика как отражение состояния современной культуры // Экологическая безопасность территорий и акваторий: региональные и глобальные проблемы: региональная научно-практическая конференция, 24–28 октября 2016 г.: матер. докладов. – Керчь, 2016. – С. 253–256.

**LANDSLIDES OF THE KERCH PENINSULA – GEOLOGICAL MUSEUM UNDER THE
OPEN SKY**

Baranov P.N., Oshkader A.V., Hrebtova T.V.

*Kerch State Maritime Technological University, Kerch, Russian Federation,
e-mail: baranov_pn@bk.ru, anna_oshkader@mail.ru, ikhrebtova@mail.ru*

The article considers topical issues of landslide activity of the Kerch Peninsula. It shown that tectonic processes, and, consequently, landslide processes could be traced throughout the geological history of

the Kerch Peninsula. Accordingly, old, young and modern landslides selected. The morphology landslides divided into linear, concourse, streams and olivine. Linear and concourse landslides associated geological processes on a planetary scale. Flows and olivine occur with the participation of atmospheric precipitation, industrial effluent and sea waves. A prerequisite for competent development of the territory and geological justification of the conduct of engineering protection measures is to assess landslide hazard and implementation of forward-looking assessment of sustainability of the territory. The geological structure of Kerch Peninsula identifies seven structural tiers, each of which is characterized by a certain set of minerals, particularly gypsum, and rare collection of minerals and paleontological discoveries. Their decorative properties: shape, size, transparency, color, attract the attention of designers and artists. Landslides of the Kerch Peninsula must be considered as a geological Museum under the open sky, created by nature itself. The main thing for today is to use these objects to study natural processes, ecological education of the population and tourists as well as for the aesthetic education of young people and population of the region.

Key words: landslide; gypsum; ecological aesthetics; geological layers; paleontological samples; the Kerch Peninsula.

Поступила в редакцию 22.05.2018 г.

УДК 528.94(477.75)

ПРИМЕНЕНИЕ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ SENTINEL-2 ДЛЯ АНАЛИЗА ЗЕМЕЛЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ (НА ПРИМЕРЕ РАЗДОЛЬНЕНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КРЫМ)

Табунщик В.А.¹, Петлюкова Е.А.¹, Хитрин М.О.²

¹ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»,
г. Симферополь, Российская Федерация, e-mail: tabunshchik@ya.ru, petlukova@mail.ru

²ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный
исследовательский университет)», НОЦ «Геоинформационные системы», г. Челябинск,
Российская Федерация, e-mail: hitrymax@gmail.com

В статье рассматривается понятие о вегетационных индексах (Ratio Vegetation Index, Infrared Percentage Vegetation Index, Difference Vegetation Index, Soil adjusted vegetation index, Normalized Difference Vegetation Index) и приводится теория и методика использования космических снимков Sentinel для расчета значений Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). Для территории Раздольненского района Республики Крым изучены значения Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) за период с 16 февраля 2017 г. по 17 октября 2017 г., на основании открытых космических снимков Sentinel (Sentinel-2A и Sentinel-2B). Анализируются минимальные, максимальные и средние значения NDVI за рассматриваемый период, а также распределение территории Раздольненского района Республики Крым по различным диапазонам дискретной шкалы NDVI за рассматриваемый период (в процентах от общей площади района). На основании значений NDVI рассматривается использование земель Раздольненского района в сельскохозяйственной деятельности.

Ключевые слова: Sentinel; NDVI; Крым; Крымский полуостров; Раздольненский район; вегетационный индекс.

Введение

Со времени воссоединения Республики Крым и России в 2014 году происходит постепенная интеграция Республики Крым в пространство России. Одной из важнейших проблем которая должна быть решена – это проблема неиспользуемых и малоиспользуемых в сельском хозяйстве земель, так как территория Республики Крым обладает уникальными природными ресурсами (климатическими, земельными и др.), которые должны быть использованы в полной мере.

Материалы и методы

Цель исследования – обосновать возможность применения космических снимков Sentinel-2 и вегетационного индекса NDVI для анализа земель, используемых в сельском хозяйстве (на примере Раздольненского района Республики Крым).

Основными методами исследования в работе выступают: литературно-аналитический, исторический, картографический, геоинформационный, сравнительно-географический.

Для апробации методики исследования на территории Республики Крым была выбрана территория Раздольненского района (рис. 1), согласно Закона Республики Крым «Об административно-территориальном устройстве Республики Крым» от 28 мая 2014 года (Закон Республики ..., 2018).

Раздольненский район расположен в степи на северо-западе Республики Крым на побережье Каркинитского залива. Граничит на севере – с Красноперекоским районом, на юге – с Черноморским районом, на востоке – с Первомайским районом, а с северо-запада омывается водами Черного моря.



Рис. 1. Географическое положение Раздольненского района Республики Крым, по (Административно-территориальное..., 2018)

Площадь Раздольненского района составляет 1231 кв. км (4.7% от общей площади территории Республики Крым). Административным центром района является Раздольное, расстояние от которого до столицы Республики Крым г. Симферополя составляет 135 км. В состав муниципального образования входят 41 населенный пункт: два поселка городского типа (Раздольное и Новоселовское) и 39 сел (Раздольненский район, 2018). Район имеет сложную ландшафтную структуру, представленную гидроморфным и плакорным ландшафтными уровнями. В структуре природопользования Раздольненского района Республики Крым преобладают сельскохозяйственные земли – 91.5%, в том числе пашня 76.6% от общей площади района (рис. 2). Естественными ландшафтами занято только 3.3% площади района. Остальная территория – 5.2% – занята селитебными и промышленными объектами (Калинчук, Петлюкова, 2017).

Вегетационный индекс – «это показатель, рассчитываемый в результате операций с разными спектральными диапазонами (каналами) ДДЗ, и имеющий отношение к параметрам растительности в данном пикселе снимка» (Вегетационные индексы, 2018).

Существуют различные вегетационные индексы, однако для расчета многих из них, используют соотношение красного (RED) и инфракрасного (NIR) каналов спутниковых снимков. Некоторые из них представлены в таблице 1.

Однако, наиболее распространенным и часто используемым (Hunt, et al., 2013; Черепанов, Дружинина, 2009; Черепанова, Девятков, 2008; Черепанов, 2011; Пахучий, Пахучая, 2014; Шевела, Погорелов, 2010; Погорелов, Кузнецов, Стебловский, 2011; Братков и др., 2016; Терехин, 2015; Савин, Танов, Харзинов, 2015; Кузьмин, Хитрин, Бегашев, 2015; Гунин и др., 2004) является нормализованный разностный вегетационный индекс (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI).

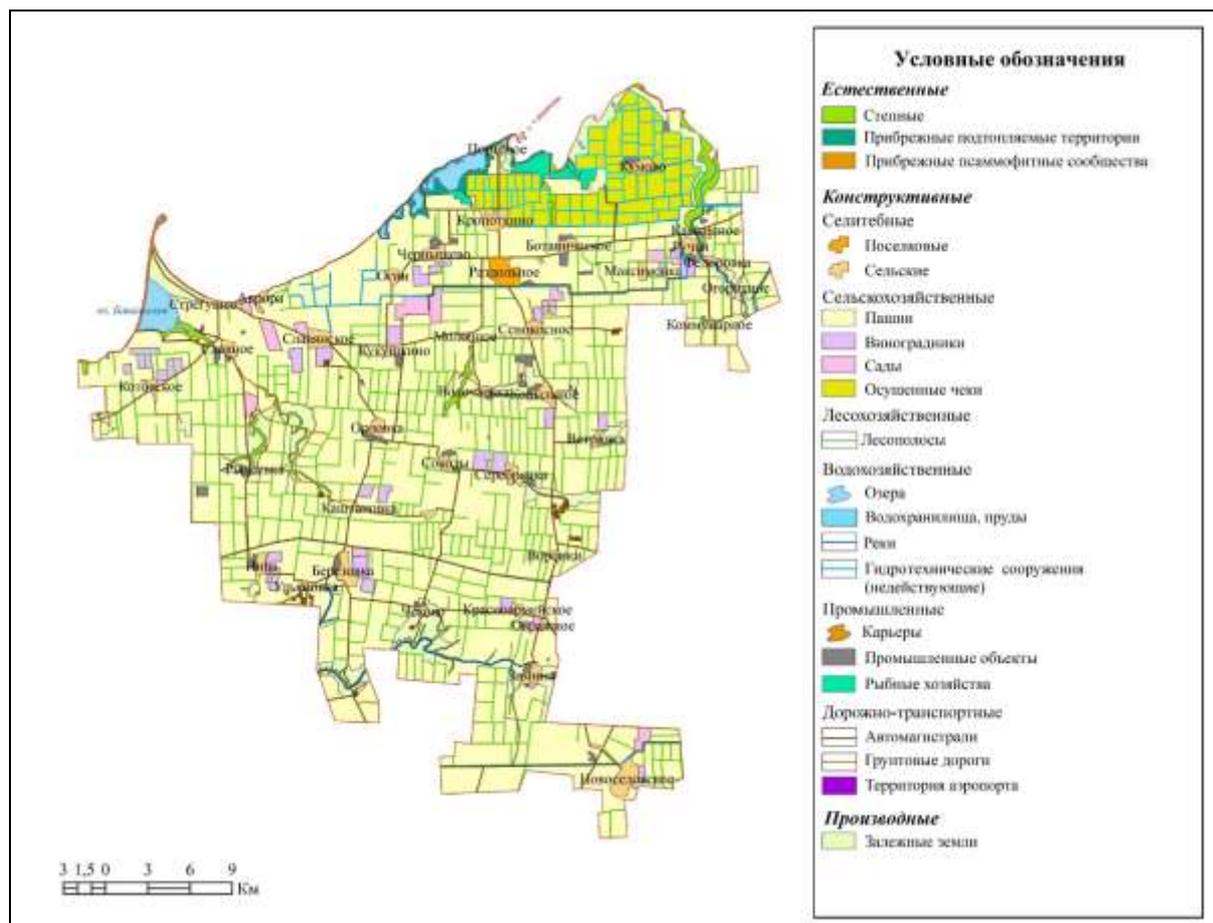


Рис. 2. Хозяйственная подсистема современных ландшафтов Раздольненского района Республики Крым, по (Калинчук И.В., Петлюкова Е.А., 2017)

Таблица 1.

Некоторые вегетационные индексы

Название на английском языке	Название на русском языке	Формула расчета
RVI – Ratio Vegetation Index (Jordan, 1969)	Относительный вегетационный индекс	$RVI = NIR/RED$
IPVI – Infrared Percentage Vegetation Index (Crippen, 1990)	Инфракрасный вегетационный индекс	$IPVI = NIR/(NIR+RED)$
DVI – Difference Vegetation Index (Richardson, Everitt, 1992)	Разностный вегетационный индекс	$DVI = NIR - RED$
SAVI – Soil adjusted vegetation index (Huete, 1988)	Вегетационный индекс с коррекцией по почве	$SAVI = (1 + 0.5) (NIR - RED) / (NIR + RED + 0.5)$

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index, нормализованный разностный вегетационный индекс) – простой количественный показатель количества фотосинтетически активной биомассы. Один из самых распространенных и используемых индексов для решения задач, использующих количественные оценки растительного покрова. Может принимать значения от -1 до +1 (Kriegler, et al., 1969; Rouse, et al., 1973; NDVI – теория..., 2018). Так, по (NDVI – теория...), для густой растительности значения NDVI составляют 0,7; разреженной растительности – 0,5; открытой почвы 0,025; воды – (-0,25); искусственных материалов – (-0,5).

Вычисляется по следующей формуле:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1)$$

где NIR – отражение в ближней инфракрасной области спектра, RED – отражение в красной области спектра.

По формуле (1), значение каждого пикселя NDVI равно разнице интенсивностей отраженного света в красном и инфракрасном диапазоне, деленной на сумму их интенсивностей.

Основой исследования послужили снимки Sentinel-2. По классификации, приведенной в работе (Книжников, Кравцова, Тутубалина, 2004) они относятся к снимкам высокого разрешения.

Sentinel-2 – семейство спутников дистанционного зондирования Земли Европейского космического агентства, созданное в рамках проекта глобального мониторинга окружающей среды и безопасности «Коперник» (англ. Copernicus). На данный момент представлено двумя спутниками – Sentinel-2A и Sentinel-2B. Запуск спутника Sentinel-2A состоялся 23 июня 2015 года, а спутника Sentinel-2B – 7 марта 2017 года. О перспективности использования данных Sentinel говорилось еще в 2011 (Дворкин, 2011). Таким образом территорию Раздольненского района Республики Крым покрывают как спутник Sentinel-2A так и спутник Sentinel-2B.

На спутниках Sentinel-2 установлена мультиспектральная камера, которая позволяет осуществлять съемку в 13 спектральных каналах, предоставляя на выходе снимки различного пространственного расширения – 4 канала в 10-метровом разрешении, 6 каналов в 20-метровом разрешении и 3 канала в 60-метровом разрешении (табл. 2).

Таблица 2.

Характеристика космических снимков Sentinel-2

Каналы Sentinel-2	Разрешение, м
Band 1 – Coastal aerosol	60
Band 2 – Blue	10
Band 3 – Green	10
Band 4 – Red	10
Band 5 – Vegetation RedEdge	20
Band 6 – Vegetation RedEdge	20
Band 7 – Vegetation RedEdge	20
Band 8 – NIR	10
Band 8A – Narrow NIR	20
Band 9 – Water vapour	60
Band 10 – SWIR – Cirrus	60
Band 11 – SWIR	20
Band 12 – SWIR	20

10-метровое разрешение каналов, используемых для расчета вегетационных индексов, дает большее преимущество в использовании космических снимков открытого доступа, по сравнению со спутниковыми снимками Landsat, у которых красный (Red) и ближний инфракрасный (NIR) каналы имеют 30-метровое разрешение.

Результаты и обсуждение

На территорию Раздольненского района Республики Крым были выбраны космические снимки Sentinel-2 (Sentinel-2A и Sentinel-2B) покрывающие территорию района за период с февраля по октябрь 2017 года (табл. 3) и имеющие минимальные (менее 5%) показатели облачности. В дальнейшем была произведена обрезка космических снимков по границе территории Раздольненского района Республики Крым (рис. 3)

Таблица 3.

Снимки Sentinel-2 покрывающие территорию Раздольненского района
Республики Крым

Спутник	Дата		
Sentinel-2A	16 февраля 2017 г.	17 мая 2017 г.	28 августа 2017 г.
	28 марта 2017 г.	16 июня 2017 г.	4 октября 2017 г.
	27 апреля 2017 г.	8 августа 2017 г.	17 октября 2017 г.
Sentinel-2B	01 июля 2017 г.	12 сентября 2017 г.	
	14 июля 2017 г.	19 сентября 2017 г.	
	31 июля 2017 г.		

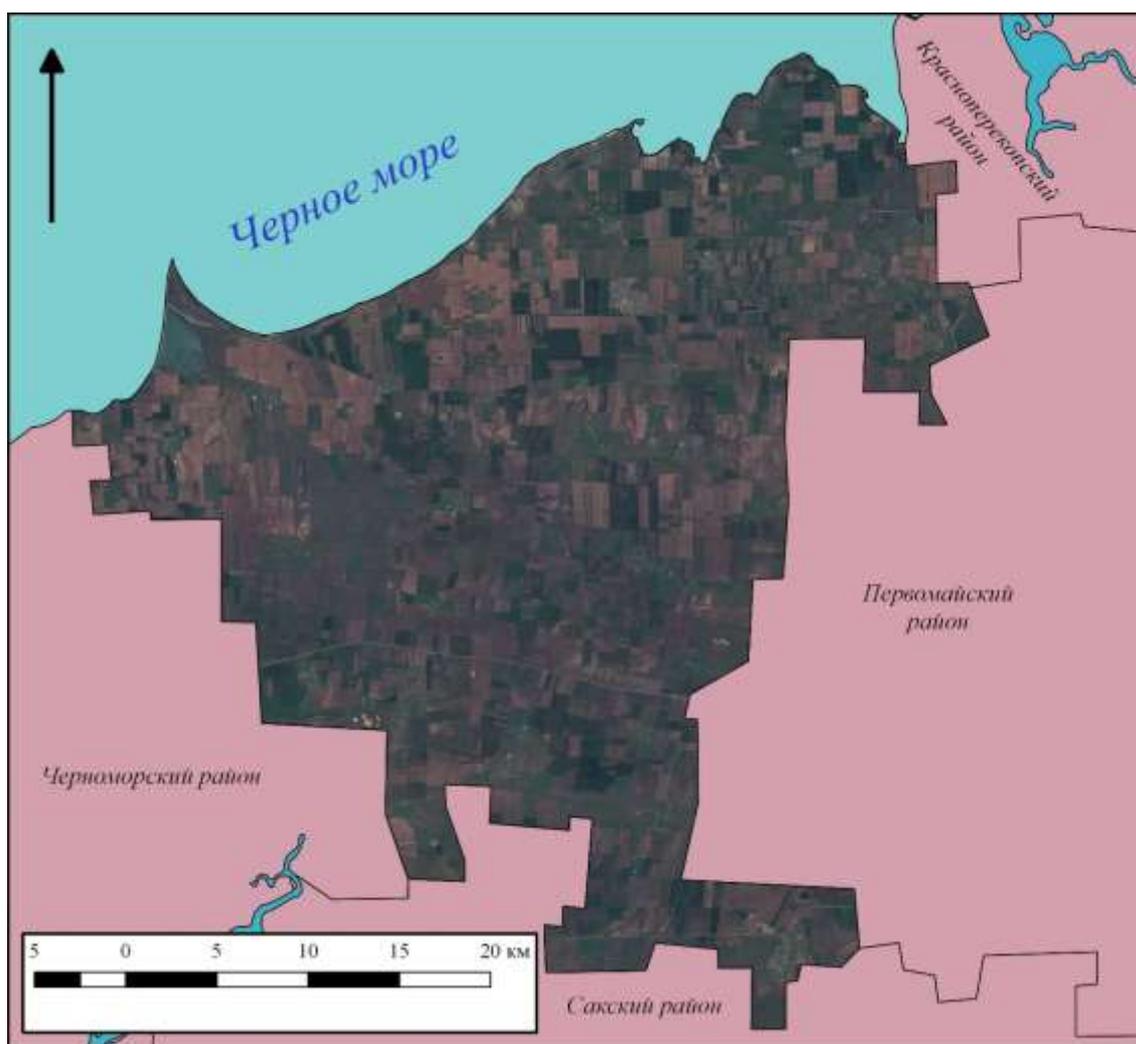


Рис. 3. Фрагмент космического снимка Sentinel-2 (27 апреля 2017 года) покрывающий территорию Раздольненского района Республики Крым

В программном комплексе QGIS были загружены многоканальные космические снимки Sentinel-2 (табл. 3) и с помощью «Калькулятора растров», по формуле (1), было рассчитано значение NDVI для перечисленных выше дат (рис. 4). Визуальный анализ рисунка 4 показывает, что максимальные значения NDVI характерны для периода с апреля по июнь 2017 года. Дополнительно, для каждой рассматриваемой даты была произведена выборка (табл. 4), по результатам которой были найдены максимальное и минимальное значения NDVI, а также среднее значение и среднее значение с учетом только положительного диапазона значений NDVI (на территории Раздольненского района Республики Крым присутствуют как крупные водные объекты (например, озеро Бакальское), так и ряд мелких – которые придают NDVI отрицательные значения).

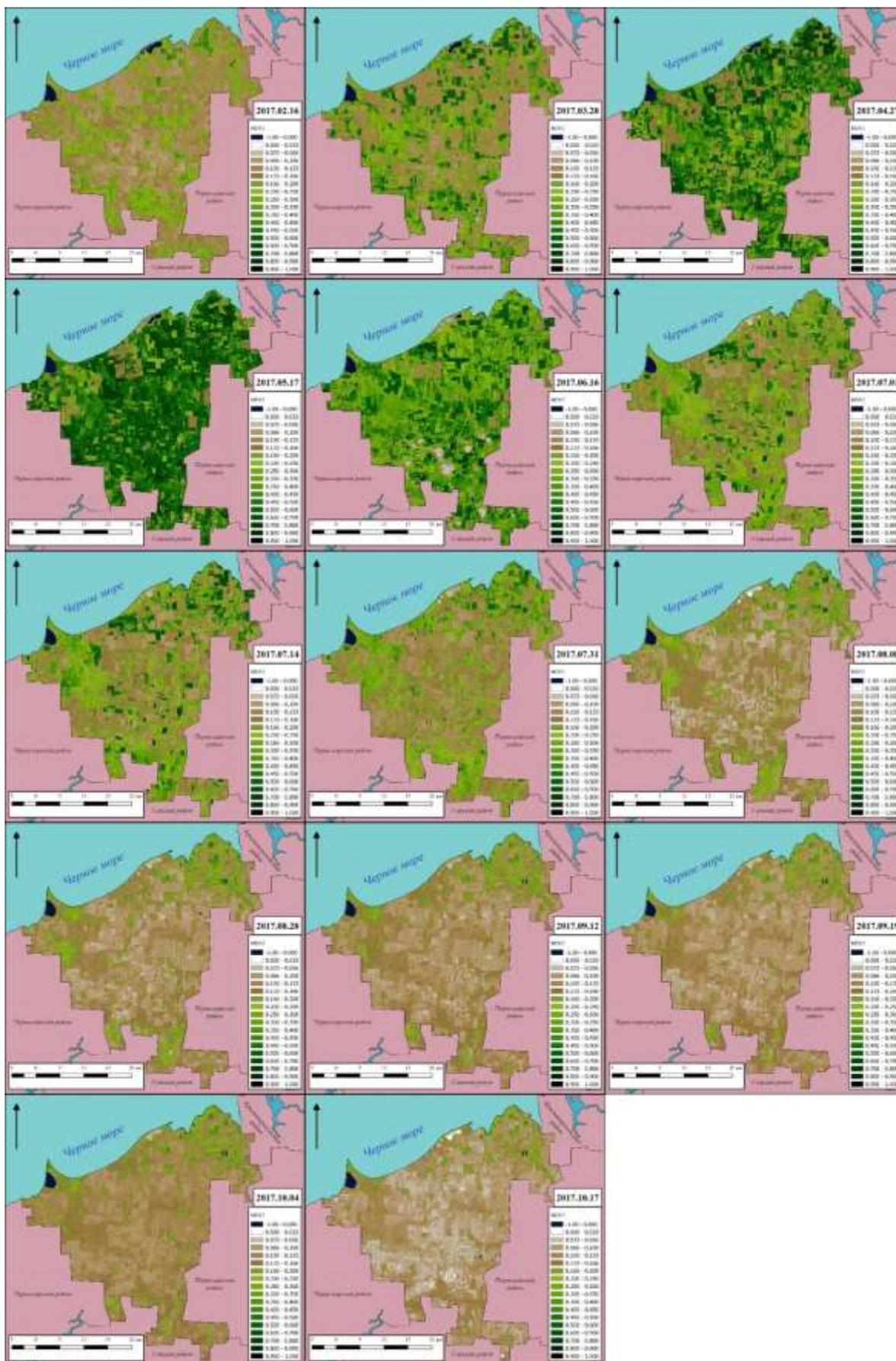


Рис. 4. Значение NDVI для Раздольненского района Республики Крым за рассматриваемый период

Таблица 4.

**Минимальное, максимальное, среднее и среднее (с учетом только
положительного диапазона значений NDVI) значения NDVI за рассматриваемый
период**

Дата	NDVI			
	Минимум	Максимум	Среднее	Среднее (с учетом только положительного диапазона значений NDVI)
16 февраля 2017 г.	-0,59	0,65	0,16	0,17
28 марта 2017 г.	-0,62	0,81	0,25	0,25
27 апреля 2017 г.	-0,66	0,87	0,40	0,41
17 мая 2017 г.	-0,52	0,83	0,49	0,49
16 июня 2017 г.	-0,58	0,84	0,36	0,37
01 июля 2017 г.	-0,41	0,76	0,24	0,24
14 июля 2017 г.	-0,46	0,85	0,23	0,24
31 июля 2017 г.	-0,62	0,99	0,19	0,19
8 августа 2017 г.	-0,47	0,78	0,14	0,14
28 августа 2017 г.	-0,49	0,78	0,13	0,13
12 сентября 2017 г.	-0,44	0,76	0,12	0,13
19 сентября 2017 г.	-0,48	0,78	0,12	0,12
4 октября 2017 г.	-0,65	0,83	0,13	0,14
17 октября 2017 г.	-0,58	0,82	0,10	0,10

Максимальные значения NDVI колеблются в диапазоне от 0.65 (16 февраля 2017 года) до 0.99 (31 июля 2017 года). Минимальные значения NDVI колеблются в диапазоне от -0.66 (27 апреля 2017 года) до -0.41 (01 июля 2017 года). Следует отметить что максимальные и минимальные значения NDVI не отражают ситуацию в целом, а лишь фиксируют максимальное и минимальное значение информации, которая присуща в пикселе (например, значение NDVI равное 0.99), для которого и производится расчет. Более объективную ситуацию показывает распределение среднего значения NDVI по рассматриваемым датам. Средние значения NDVI колеблются в диапазоне от 0.10 (17 октября 2017 года) до 0.49 (17 мая 2017 года). Одновременно с этим максимальные средние значения приходятся на 27 апреля 2017 года (0.41), 17 мая 2017 года (0.49) и 16 июня 2017 года (0.37). Это совпадает и с визуальной оценкой, представленной выше.

Показатели среднего значения NDVI и среднего значения NDVI с учетом только положительного диапазона значений практически не отличаются, что свидетельствует о незначительной площади территории, на которую приходятся эти значения (табл. 5).

В таблице 5 представлено распределение территории Раздольненского района Республики Крым по различным диапазонам дискретной шкалы NDVI за рассматриваемый период в процентах от общей площади района. Здесь следует оговориться про снимки, полученные за 16 июня 2017 года, т.к. частично на них присутствует облачность, но ее процент не так велик что бы помешало нам использовать снимок в наших исследованиях.

Наибольшие значения NDVI приходятся на снимок от 17 мая 2017 года, когда на более чем 50% площади района, значения NDVI достигают более 0.5. В дальнейшем, на большей территории Раздольненского района Республики Крым значения NDVI приходятся на диапазон от 0.0 до 0.2, что в целом повторяет средние значения, представленные в таблице 4.

Рассмотренная выше характеристика может нарушаться от места к месту в зависимости от использования каждого конкретного земельного участка и может служить для целей выявления неиспользуемых сельскохозяйственных земель. Поскольку наибольшие значения NDVI для Раздольненского района Республики Крым в целом достигаются на карте, построенной по космическим снимкам от 17 мая 2017 года, то территории полей, которые предположительно не используются в сельском хозяйстве и имеют минимальные значения NDVI легко определяются. Для дополнительного анализа используется анализ карт значения NDVI за другие даты. Изначально на карте значения NDVI, построенной по спутниковым данным от 17 мая 2017 года, выделяются территории которые предположительно не имеют растительности, что соответствует низким значениям NDVI. Так как на некоторых территориях пик значения индекса NDVI приходится на другие месяцы (что связано с особенностями развития различных сельскохозяйственных культур), то производится корректировка и исключение выделенных участков, там, где в феврале, марте, июне, июле и августе 2017 года наблюдается высокие значения NDVI. В сентябре и октябре 2017 года на выбранных участках показатели NDVI визуально не отличаются от показателей за август, поэтому дополнительные построения не проводились. В результате были выбраны территории которые в течении рассматриваемого периода предположительно не используются в сельском хозяйстве (рис. 5). Их площадь составила 20.3 кв. км.

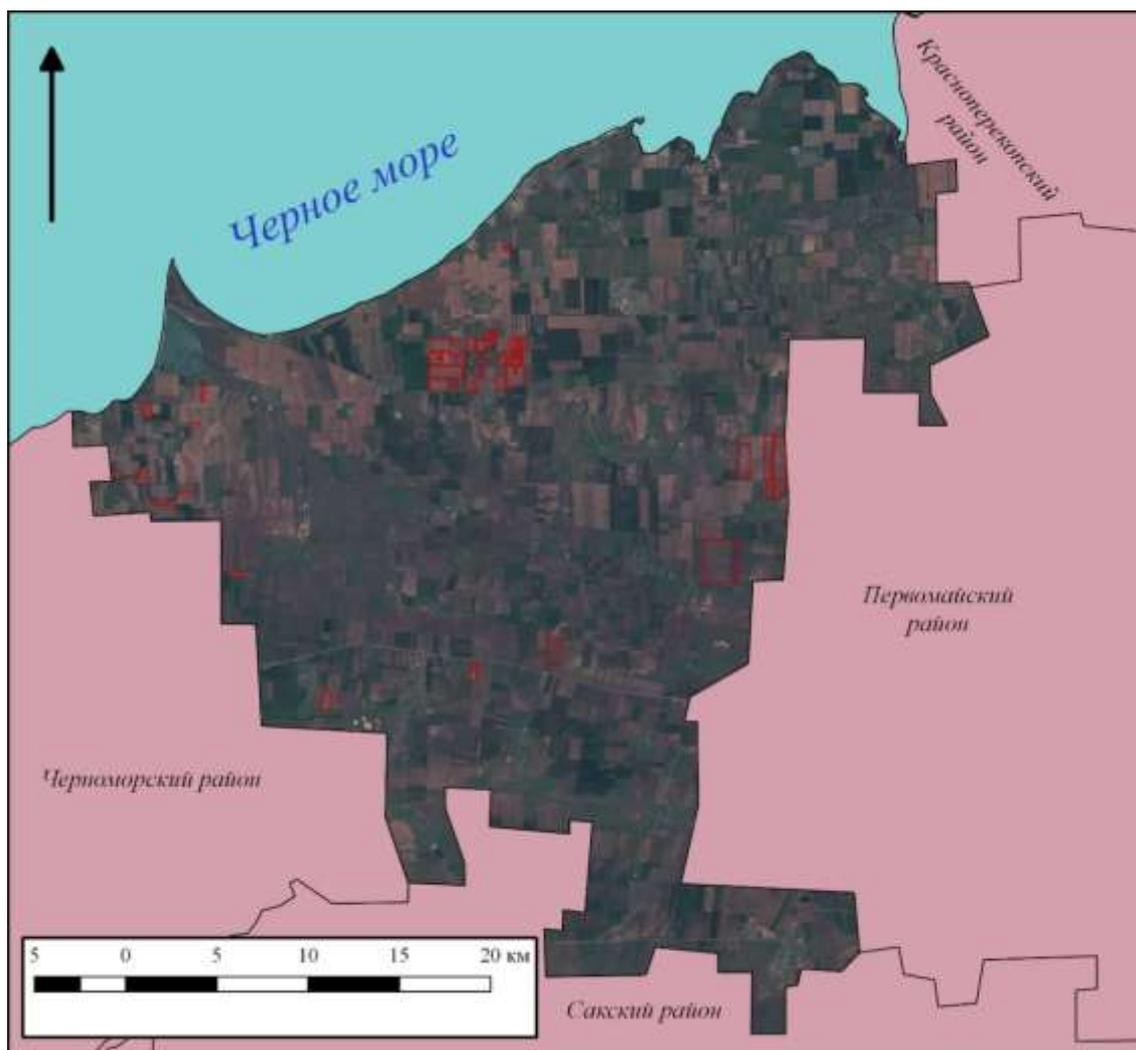


Рис. 5. Выделение неиспользуемых земель на территории Раздольненского района Республики Крым

На следующем этапе выяснялось производилась ли сельскохозяйственная обработка выделенных земель – вспашка в течении рассматриваемого периода. В качестве исходного показателя были выбраны показатели значения NDVI за 16 февраля 2017 года, когда земли еще не были вспаханы. В дальнейшем показатели значений NDVI за другие месяцы сравнивались с февральскими показателями. При этом выяснялась динамика значений индекса NDVI для выделенных земель. Для этого использовалось меню растр и инструмент «Калькулятор растров» в программном комплексе QGIS. Если происходило увеличение значений NDVI по сравнению с контрольной датой, то считалось что земли используются (вспашка, зарастание и пр.), если же уменьшение или незначительное колебание значений около нуля – не используется. На основании этого были дополнительно построены карты, отражающие изменение значений индекса NDVI на землях предположительно неиспользуемых в сельском хозяйстве (рис. 6).

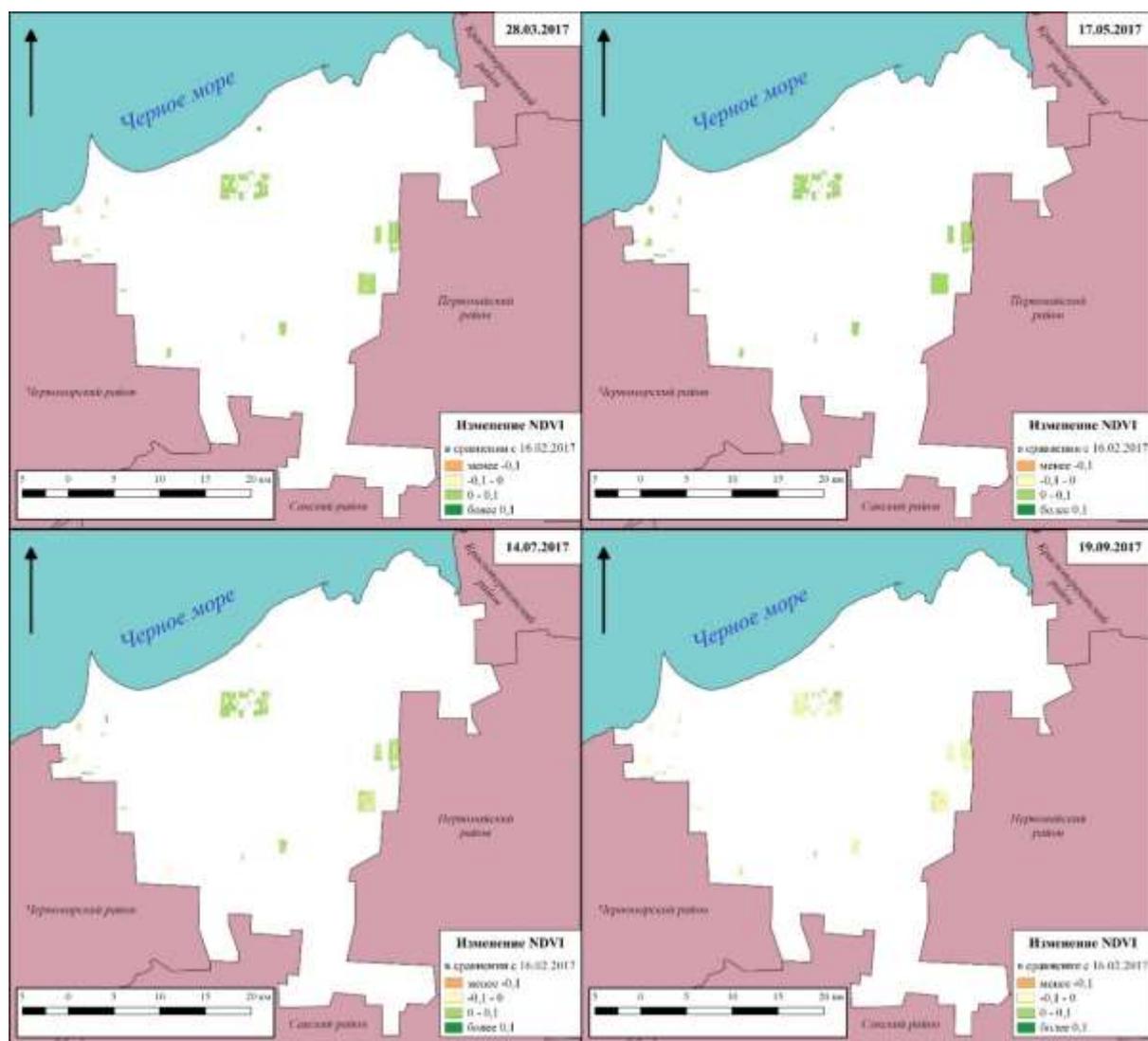


Рис. 6. Динамика значений NDVI на на землях предположительно неиспользуемых в сельском хозяйстве в сравнении со значением на 16 февраля 2017 года

Как видно из рисунка 6, на землях предположительно неиспользуемых в сельском хозяйстве в течении весны и лета 2017 наблюдается прирост значений индекса NDVI в диапазоне от 0 до 0.1. В сентябре наблюдаются отрицательная

динамика значений индекса NDVI. Рассмотрим это более детально на примере участков, расположенных к северу от села Кукушкино Раздольненского района Республики Крым (рис. 7). Для каждого участка был проведен детальный анализ изменения значений NDVI в течении рассматриваемого периода (таблица 6). Так на участках 1 и 2 – средние значения NDVI не превышают 0.15, на 3 участке – 0.27. На этих участках отсутствуют ярко выраженные признаки вегетации, в отличие от 4 участка, где среднее значение NDVI достигает 0.76. По сравнению с расчетами значений NDVI от 16 февраля 2017 года, наблюдается прирост в большинство последующих месяцев (рис. 8).

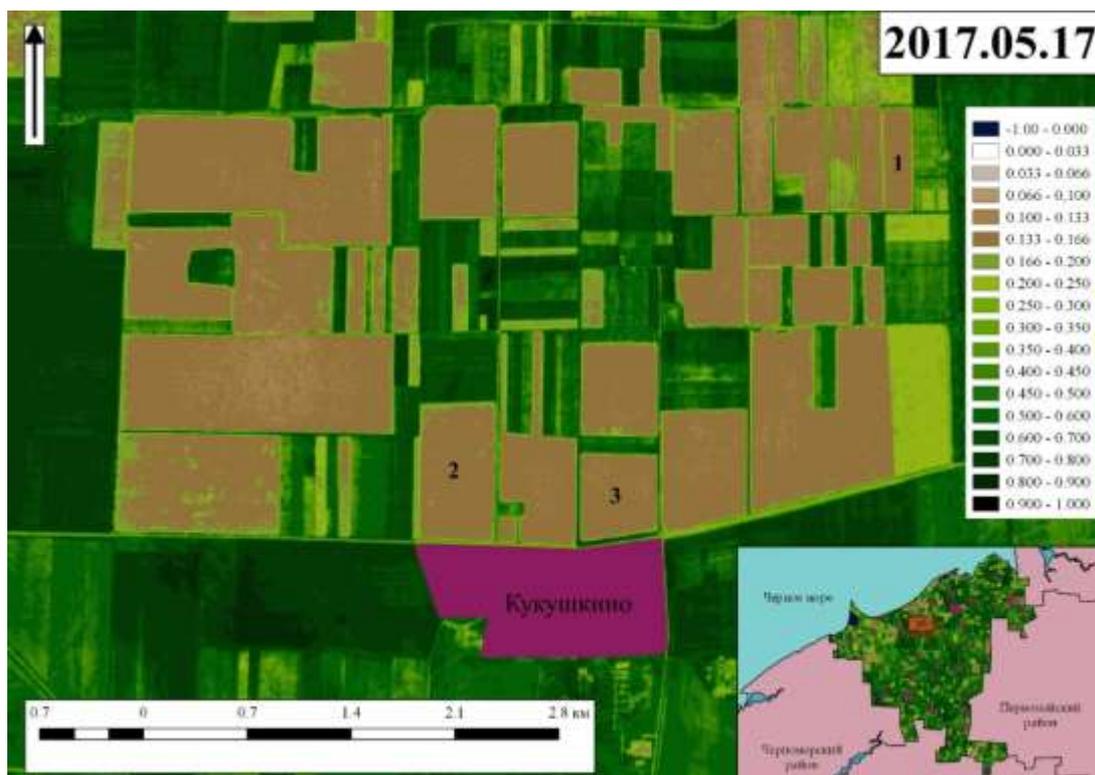


Рис. 7. Рассматриваемые участки к северу от села Кукушкино

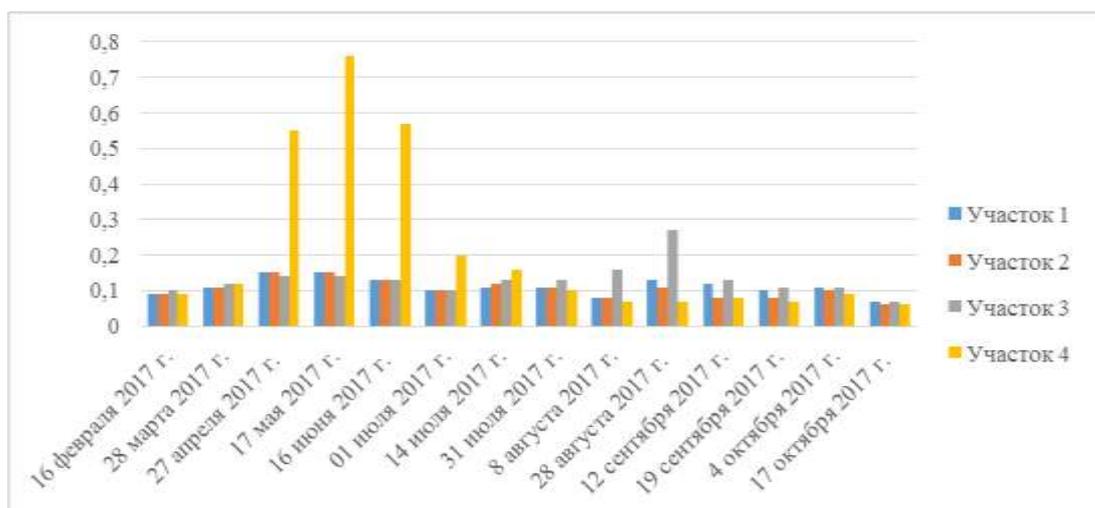


Рис. 8. Средние значения NDVI на рассматриваемых участках за период с 16 февраля 2017 г. по 17 октября 2017 г.

Таблица 6.
Минимальное, максимальное, среднее значения NDVI за рассматриваемый период на выбранных участках

Дата	Участок 1			Участок 2			Участок 3			Участок 4		
	Минимум	Максимум	Среднее									
16.02.2017	0.07	0.12	0.09	0.06	0.17	0.09	0.07	0.15	0.10	0.07	0.15	0.09
28.03.2017	0.10	0.13	0.11	0.09	0.18	0.11	0.10	0.18	0.12	0.09	0.22	0.12
27.04.2017	0.13	0.18	0.15	0.12	0.34	0.15	0.12	0.18	0.14	0.45	0.61	0.55
17.05.2017	0.12	0.18	0.15	0.12	0.30	0.15	0.12	0.21	0.14	0.64	0.80	0.76
16.06.2017	0.11	0.16	0.13	0.11	0.20	0.13	0.10	0.17	0.13	0.40	0.64	0.57
01.07.2017	0.09	0.12	0.10	0.08	0.18	0.10	0.08	0.13	0.10	0.16	0.29	0.20
14.07.2017	0.09	0.13	0.11	0.09	0.19	0.12	0.10	0.16	0.13	0.12	0.24	0.16
31.07.2017	0.09	0.14	0.11	0.08	0.18	0.11	0.10	0.18	0.13	0.09	0.25	0.10
08.08.2017	0.06	0.14	0.08	0.05	0.15	0.08	0.07	0.24	0.16	0.05	0.19	0.07
28.08.2017	0.08	0.27	0.13	0.06	0.22	0.11	0.08	0.40	0.27	0.05	0.14	0.07
12.09.2017	0.08	0.27	0.12	0.06	0.14	0.08	0.07	0.22	0.13	0.05	0.17	0.08
19.09.2017	0.06	0.25	0.10	0.05	0.15	0.08	0.07	0.19	0.11	0.05	0.17	0.07
04.10.2017	0.09	0.14	0.11	0.07	0.14	0.10	0.05	0.13	0.11	0.07	0.17	0.09
17.10.2017	0.05	0.09	0.07	0.03	0.10	0.06	0.08	0.10	0.07	0.03	0.14	0.06

Таким образом мы можем считать, что выбранные участки так же используются, и территория Раздольненского района Республики Крым активнейшим образом вовлечена в сельскохозяйственную деятельность.

Выводы

1. Максимальные значения NDVI на территории Раздольненского района Республики Крым достигаются в период с апреля по июнь 2017 года.

2. Максимальные значения NDVI колеблются в диапазоне от 0.65 (16 февраля 2017 года) до 0.99 (31 июля 2017 года). Минимальные значения NDVI колеблются в диапазоне от -0.66 (27 апреля 2017 года) до -0.41 (01 июля 2017 года). Средние значения NDVI колеблются в диапазоне от 0.10 (17 октября 2017 года) до 0.49 (17 мая 2017 года). Максимальные средние значения приходятся на 27 апреля 2017 года (0.41), 17 мая 2017 года (0.49) и 16 июня 2017 года (0.37).

3. Значения NDVI, рассчитанные по данным космических снимков Sentinel-2 за период с 16 февраля по 17 октября 2017 года, показывают, что на территории Раздольненского района Республики Крым все земли, доступные для ведения сельскохозяйственной деятельности, используются, так как наблюдается рост значений NDVI в весенне-летне-осенний период.

Настоящая работа выполнена при поддержке Программы развития Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского» на 2015-2024 годы в рамках реализации академической мобильности по проекту ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского» «Сеть академической мобильности «ГИС-Ландшафт – Технологии и методики формирования геопорталов современных ландшафтов регионов» в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» (г. Челябинск) в 2017 году.

Список литературы

1. *Административно-территориальное деление Республики Крым* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Административно-территориальное_деление_Республики_Крым (дата обращения 01.03.2018)
2. *Братков В.В., Кравченко И.В., Туаев Г.А., Атаев З.В., Абдулжалимов А.А.* Применение вегетационных индексов для картографирования ландшафтов Большого Кавказа // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. – 2016. – Т. 10. – № 4. – С. 97–111.
3. *Вегетационные индексы* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gis-lab.info/qa/vi.html> (дата обращения 01.03.2018)
4. *Гунин П.Д., Золотокрылин А.Н., Виноградова В.В., Бажга С.Н.* Динамика состояния растительного покрова южной Монголии по данным NDVI // Аридные экосистемы. – 2004. – Том 10. – № 24-25. – С. 29–34.
5. *Дворкин Б.А.* Европейская программа GMES и перспективная группировка спутников ДЗЗ Sentinel // Геоматика. – 2011. – № 3. – С. 14–26.
6. *Закон Республики Крым «Об административно-территориальном устройстве Республики Крым»* от 28 мая 2014 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://crimea.gov.ru/textdoc/ru/6/act/18z.pdf> (дата обращения 01.03.2018)
7. *Калинчук И.В., Петлюкова Е.А.* Современные ландшафты Раздольненского района Республики Крым // Охрана природы и региональное развитие: гармония и

- конфликты (к Году экологии в России): материалы международной научно-практической конференции и школы-семинара молодых ученых-степеведов «Геоэкологические проблемы степных регионов», проведенных в рамках XXI сессии Объединенного научного совета по фундаментальным географическим проблемам при Международной ассоциации академий наук (МААН) и Научного совета РАН по фундаментальным географическим проблемам, п. Партизанский Бузулукского района Оренбургской области, 01-05 октября 2017 года. Т. I. [Текст]: сб. науч. трудов. – Оренбург: Институт степи УрО РАН, 2017. – С. 300–304.
8. Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И., Тутубалина О.В. Аэрокосмические методы географических исследований. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 336 с.
 9. Кузьмин А.Ю., Хитрин М.О., Бегашев М.Ф. Тематическая классификация по типам сельскохозяйственных культур // Актуальные вопросы геоинформатики. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – С. 26–32.
 10. Пахучий В.В., Пахучая Л.М. Опыт использования вегетационных индексов при комплексных исследованиях на объектах гидроресомелиорации // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2014. – № 1 (21). – С. 33–41.
 11. Погорелов А.В., Кузнецов К.В., Стебловский А.С. Оценка состояния сельскохозяйственных посевов по вегетационному индексу (пространственный аспект) // Геоинформационное обеспечение пространственного развития Пермского края. – 2011. – Выпуск 4. – С. 4–7.
 12. Раздольненский район [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://razdolnoe.rk.gov.ru/rus/about.htm> (дата обращения 01.03.2018)
 13. Савин Ю.И., Танов Э.Р., Харзинов С. Использование вегетационного индекса NDVI для оценки качества почв пашни (на примере Баксанского района Кабардино-Балкарии) // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. – 2015. – Вып. 77. – С. 51–65.
 14. Терехин Э.А. Оценка сезонных значений вегетационного индекса (NDVI) для детектирования и анализа состояния посевов сельскохозяйственных культур // Исследование Земли из космоса. – 2015. – № 1. – С. 23–31.
 15. Черепанов А.С. Вегетационные индексы // Геоматика. – 2011. – № 2. – С. 98–102
 16. Черепанов А.С., Дружинина Е.Г. Спектральные свойства растительности и вегетационные индексы // Геоматика. – 2009. – № 3. – С. 28–32.
 17. Черепанова Е.С., Девятков С.Ю. Использование индекса растительности (NDVI) как метода контроля за состоянием лесных ресурсов Пермского края // Геоинформационное обеспечение пространственного развития Пермского края. – Пермь: Пермский государственный университет, 2008. – С. 155–166.
 18. Шевела С.Ю., Погорелов А.В. Вегетационный индекс NDVI как индикатор ландшафтов Краснодарского края // Географические исследования Краснодарского края. – 2010. – Выпуск 5. – С. 262–268.
 19. Crippen R.E. Calculating the Vegetation Index Faster // Remote Sensing of Environment. – 1990. – Vol. 34. – pp. 71–73.
 20. Huete A.R. A soil-adjusted vegetation index (SAVI) // Remote Sensing of Environment. – 1988. – Volume 25. – Issue 3. – pp. 295–309.
 21. Hunt E., Doraiswamy P., McMurtrey J., Daughtry C., Perry E., Akhmedov B. A visible band index for remote sensing leaf Chlorophyll content at the Canopy Scale // International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. – 2013. – Volume 21. – pp. 103–112.
 22. Jordan C.F. Derivation of leaf area index from quality of light on the forest floor // Ecology. – 1969. – Vol. 50. – pp. 663–666.

23. Krieglner F.J., Malila W.A., Nalepka R.F., Richardson W. Preprocessing transformations and their effects on multispectral recognition // Proceedings of the Sixth International Symposium on Remote Sensing of Environment. – Ann Arbor: University of Michigan, 1969. – pp. 97–131.
24. NDVI – теория и практика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gis-lab.info/qa/ndvi.html> (дата обращения 01.03.2018)
25. Richardson A.J., Everitt J.H. Using spectra vegetation indices to estimate rangeland productivity // Geocarto International. – 1992. – Vol. 1. – pp. 63–69.
26. Rouse J.W., Haas R.H., Schell J.A., Deering D.W. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS // Third ERTS Symposium, NASA SP-351. – 1973. – Vol. 1. – pp. 309–317.

**THE USE OF SATELLITE IMAGERY SENTINEL-2 FOR ANALYSIS OF LAND
USED IN AGRICULTURE (FOR EXAMPLE RAZDOLNENSKY DISTRICT OF THE
REPUBLIC OF CRIMEA)**

Tabunshchik V.A.¹, Petlukova E.A.¹, Hytrin M.O.²

¹*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation,
e-mail: tabunshchik@ya.ru, petlukova@mail.ru*

²*South Ural State University (national research university), Chelyabinsk, Russian
Federation, e-mail: hitrymax@gmail.com*

In the article the concept of vegetation indices (Ratio Vegetation Index, Infrared Percentage Vegetation Index, Difference Vegetation Index, Soil adjusted vegetation index, Normalized Difference Vegetation Index) are given and the theory and methodology of using satellite images Sentinel to calculate the values of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) are provided. For the territory of Razdolnensky district of the Republic of Crimea are analyzed the value of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) for the period from February 16, 2017 on October 17, 2017, based on open space images of Sentinel (Sentinel-2A and Sentinel-2B). The minimum, maximum and average NDVI values for the period under review, as well as the distribution of the territory of the Razdolnensky district of the Republic of Crimea over different ranges of the discrete NDVI scale for the period under review (as a percentage of the total area of the area) are analyzed. On the basis of NDVI values use of lands of Razdolnensky district in agricultural activity is considered.

Key words: Sentinel; NDVI; Crimea; Crimean Peninsula; Razdolnensky district; vegetation index.

Поступила в редакцию 05.03.2018 г.

УДК 551.586

БИОКЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОКРЕСТНОСТЕЙ КАРАДАГА В 2016 Г.

Сирота Е.Н.

ФГБУ «Крымское УГМС» Карадагская научно-исследовательская геофизическая
обсерватория, г. Феодосия, Российская Федерация,
e-mail: meteo.knigo@gmail.com

Проанализированы метеорологические данные Карадагской научно-исследовательской геофизической обсерватории за 2016 год. Используя формулы различных авторов, рассчитаны биоклиматические показатели (индексы) погоды окрестностей Карадага за прошедший период. Систематизирован и обобщен полученный результат; выделены зоны комфортности погоды на территории Карадага. Предложены варианты защиты организма при некомфортных биоклиматических условиях.

Ключевые слова: биоклиматические условия; зона комфортности; эффективная температура; биологически активная температура; индекс патогенности.

Введение

Условие комфортности климата базируется на понятии физиологического комфорта, который возникает, когда складываются такие условия, при которых терморегуляторная система организма испытывает наименьшее напряжение. Под комфортными погодными условиями понимают такое сочетание метеорологических величин, при которых здоровый человек не испытывает ни жары, ни холода, ни духоты, ни повышенной влажности, т. е. чувствует себя наилучшим образом (Воронин, 1981). Зона комфорта по метеорологическим условиям не является стандартной для всех людей и, в свою очередь, зависит от климатического пояса, времени года, комплекции человека, состояния движения или покоя, одежды, специфики производственной деятельности человека и других факторов. Однако вопрос комфортности климата является весьма актуальным для курортных регионов и помогает определить сроки и продолжительность сезонов рекреации для большинства людей.

Материалы и методы

Основными метеорологическими показателями, по которым вычисляется тот или иной биоклиматический индекс, являются **скорость ветра, температура, влажность и давление воздуха**. На основе метеорологических наблюдений Карадагской научно-исследовательской геофизической обсерватории (далее КНИГО или Карадаг) в 2016 году был проанализирован годовой ход метеоэлементов и определены коэффициенты комфортности по методикам различных авторов. Методы исследований: графический и аналитический.

Температурный режим Карадага. Терморегуляция покрова большинства живых существ существенно зависит от температуры воздуха. В свою очередь температура воздуха является величиной переменной, которая хоть и подчиняется схеме день–ночь или зима–лето, но способна менять знак тенденции на противоположный и при этом достигать больших амплитуд, как в течение суток, так и в годовом ходе. Это наглядно демонстрирует годовой ход температуры воздуха в окрестностях КНИГО в 2016 году (рис. 1). Прошедший 2016 год нельзя охарактеризовать как среднестатистический, т.к. во второй декаде января наблюдался резкий скачок температуры на более чем 5°C, а затем такое же резкое ее понижение (рис. 1). И если весенний рост температур проходил плавно, то осенью похолодание протекало с периодическими сменами знаков тенденций.

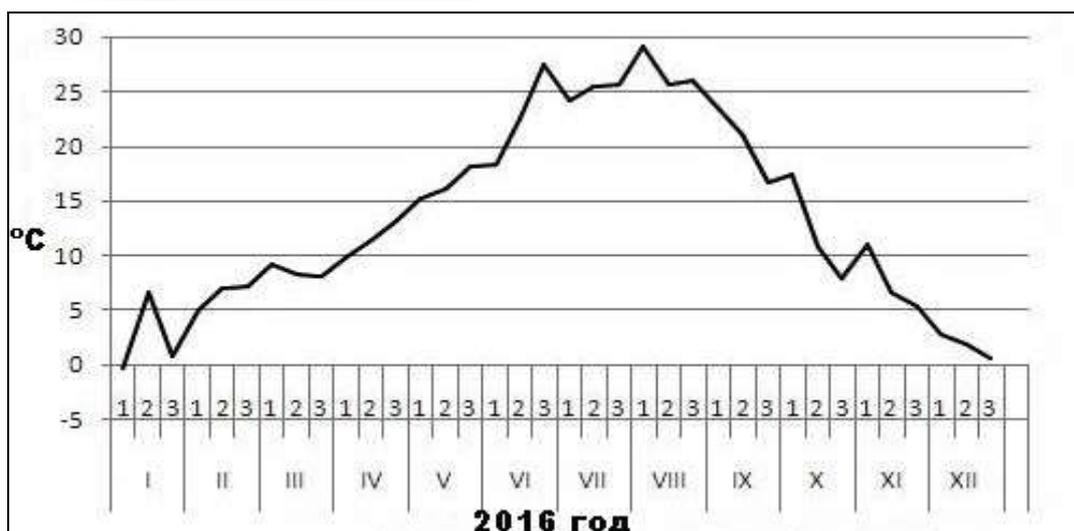


Рис. 1. Годовой ход среднедекадной температуры воздуха, Карадаг

Особенностями 2016 года было то, что в летний период температура воздуха не превышала 30-ти градусный рубеж и среднедекадные температуры в течение года были положительными. Исключение составила первая декада января со средней температурой воздуха -0.4°C (рис. 1).

Годовой ход влажности воздуха. Прибрежное положение Карадага во многом определяет относительную влажность воздуха в регионе, которая, несмотря на непостоянство в течение каждого месяца, имеет ярко выраженную сезонность в течение года (линия тренда рис. 2). Высокая влажность воздуха (выше 75%) наблюдается в зимние месяцы, низкая (ниже 65%) – летом. Особенность годового хода – это плавное и протяженное понижение влажности воздуха весной и стремительный рост в течение октября–ноября. Такие тенденции приводят к фронтальной деятельности атмосферы весной и образованию слоистых облаков и туманов осенью (Климатические ресурсы..., 2005).

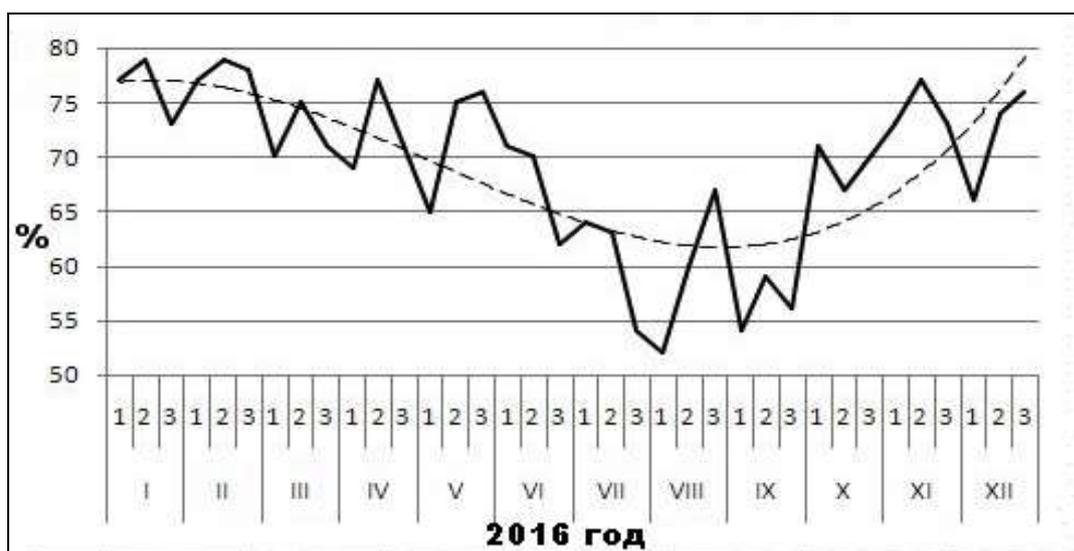


Рис. 2. Годовой ход среднедекадной относительной влажности воздуха, Карадаг (- - - - линия тренда полиномиальная кубическая)

Ветровой режим Карадага. Скорость ветра характеризует общее движение воздушных масс как целого, но во многом зависит от рельефа и состояния барического поля. Для Карадага наиболее характерны местные ветры термического происхождения,

которые возникают вследствие различного нагревания разных участков земной поверхности (бризовая циркуляция). Ветры склонов окрестностей Карадага с малой скоростью, но тоже имеют суточную периодичность, если не перекрываются более мощным фронтальным движением. По результатам наблюдений КНИГО можно сделать вывод, что местные ветры определяют направление ветра в течение суток, но практически не влияют на его скорость.

На годовой ход средней скорости ветра влияние оказывает разница температур воздуха и, соответственно, атмосферного давления, наибольшие величины которых наблюдаются зимой, из-за чего в этот период скорость ветра максимальная (рис. 3). Уменьшение контрастов температур воздуха и градиентов атмосферного давления в Карадаге происходит в апреле–мае, поэтому на эти месяцы приходятся наименьшие скорости ветров. Среднегодовая скорость ветра для Карадага в 2016 г. составила 3.7 м/с. Максимальная среднедекадная скорость ветра наблюдалась в начале февраля, минимальная – в конце мая (5.0 и 2.8 м/с соответственно).

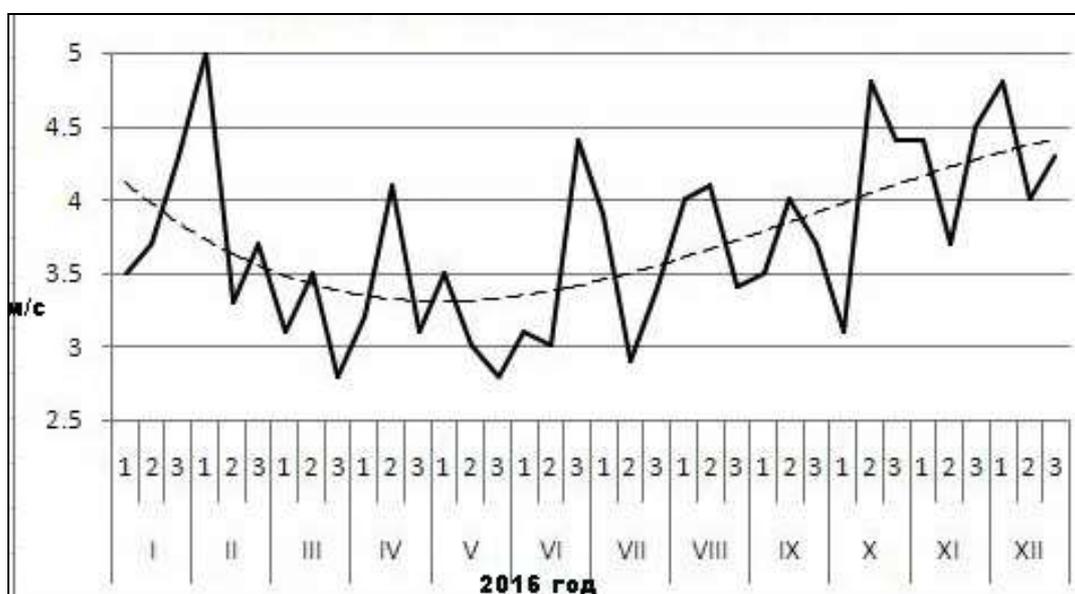


Рис. 3. Годовой ход среднедекадной скорости ветра, Карадаг
(- - - - линия тренда полиномиальная кубическая)

Ниже будет рассмотрена характеристика биоклиматических условий окрестностей Карадага с использованием среднесуточных метеоэлементов (температуры, влажности и скорости ветра).

Результаты и обсуждение

Влияние погоды на человеческий организм многогранно и в ряде случаев не до конца изучено. Различные ученые, стремясь найти объективные показатели воздействия погоды на человека, предлагали разные биометеорологические показатели (индексы) и методы оценки биоклимата. В зависимости от сочетания элементов, входящих в биоклиматические индексы, их условно можно разделить на температурно-влажные, температурно-ветровые, температурно-влажно-ветровые и тому подобные. Каждый из рассматриваемых ниже индексов рассчитан на состояние организма «среднего человека» и в расчетах не учитывались индивидуальные особенности людей.

Один из температурно-ветровых индексов – индекс холодового стресса или **индекс суровости погоды** по Бодману. Данный индекс применяется в основном для северных регионов, однако использование его в исследованиях возможен повсеместно.

Анализ индекса суровости погоды для Карадага поможет оценить ее за прошедший 2016 год. В индексах холодного стресса оценка теплоощущения температуры наружного воздуха уточняется поправкой на скорость ветра. С ветром, связаны метели, снежные заносы, ухудшение видимости. Из-за возможности обморожения, сокращаются периоды работы на открытом воздухе. В этих условиях требуется специальная одежда, эффективное отопление, специализированный режим труда и отдыха. Индекс суровости погоды по Бодману (S) (табл. 1) измеряется в баллах и рассчитывается по формуле (Бокша, Богутский, 1980):

$$S = (1 - 0.04 t)(1 + 0.272V), \quad (1)$$

где t – среднесуточная температура воздуха ($^{\circ}\text{C}$), V – среднесуточная скорость ветра (м/с).

Таблица 1.

Погода по индексу Бодмана

S (баллы)	Уровень комфорта
< 1	мягкая, несуровая
1-2	мало-суровая
2-3	умеренно-суровая
3-4	суровая
4-5	очень суровая
5-6	жестко-суровая
> 6	крайне-суровая

Индекс Бодмана используется для оценки суровости холодного периода года с ноября по март. Ниже (рис.4) показан годовой ход суровости погоды для Карадага.

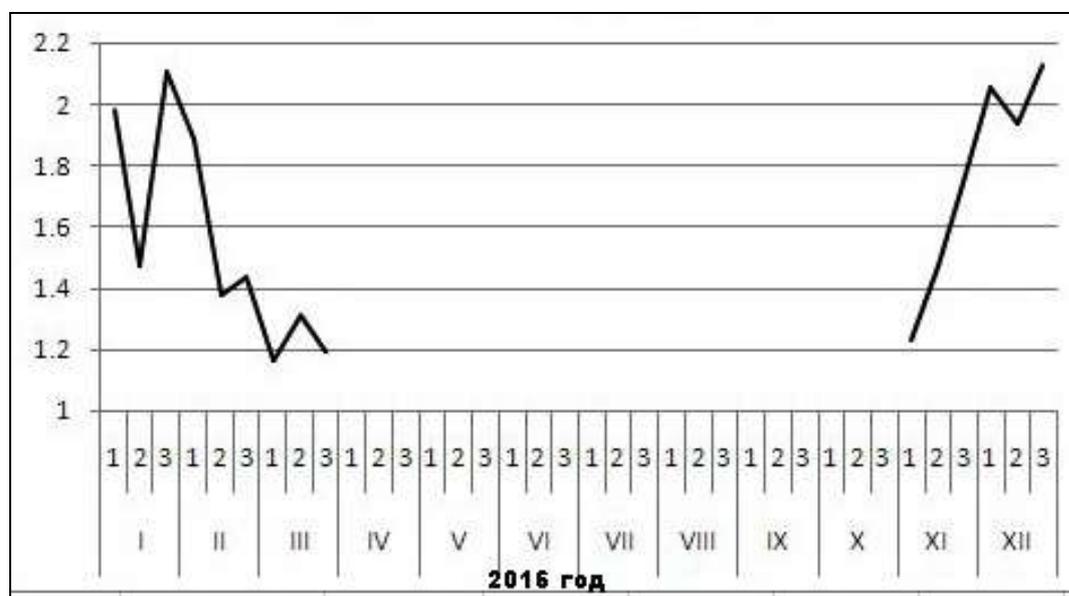


Рис. 4. Годовой ход среднедекадного индекса суровости погоды, Карадаг (по Бодману)

Используя оценку суровости холодного периода по Бодману, получены следующие результаты: в 2016 г. погода была преимущественно мало-суровой, что соответствовало 1–2 баллам; в январе и ноябре наблюдались отдельные декады с умеренно-суровой погодой; суровой погоды в течение года не было. Очевидно, что даже в зимний период 2016 года в окрестностях Карадага люди не испытывали холодного стресса.

Эффективная температура – это еще один из биометеорологических индексов, характеризующий эффект воздействия на человеческий организм комплекса метеозлементов. В медицинской метеорологии эффективная температура является характеристикой ощущения степени тепла или холода организмом человека, она является эмпирической функцией температуры и относительной влажности воздуха. Эффективная температура имеет такое числовое значение, которое имела бы истинная температура неподвижного и насыщенного воздуха, производящего то же ощущение, что и весь комплекс метеорологических элементов. Модель эффективной температуры объединяет физиологические факторы тела и кожного покрова, физические особенности одежды и воздушного слоя, находящегося в непосредственной близости к телу, а также метеорологические факторы окружающей среды. Сопrotивляемость организма негативным факторам окружающей среде зависит от физических особенностей человека, поэтому модель разработана для взрослого человека средней комплекции, одетого по погоде и идущего в тени. Отрицательные значения эффективной температуры характеризуют вероятность обморожения, высокие положительные – теплового удара. Эффективная температура (ЭТ) рассчитывается по формуле (Бокша, Богутский, 1980):

$$ЭТ = t - 0.4(t - 10)(1 - f/100), \quad (2)$$

где f – среднесуточная относительная влажность воздуха (%); t – среднесуточная температура воздуха ($^{\circ}\text{C}$).

Для территории КНИГО в 2016 году получены расчетные данные эффективных температур, ход которых отображен на рис. 5. Интервал значений эффективной температуры, при которых большинство людей чувствуют себя наиболее комфортно, называют зоной комфорта. В России был принят интервал зоны комфорта 13.5°C – 18.0°C (Хромов, Мамонтова, 1974). К примеру, в США – это диапазон 17.2°C – 21.7°C . На рисунке ниже пунктирными линиями показаны пределы зоны комфортности по Хромову.

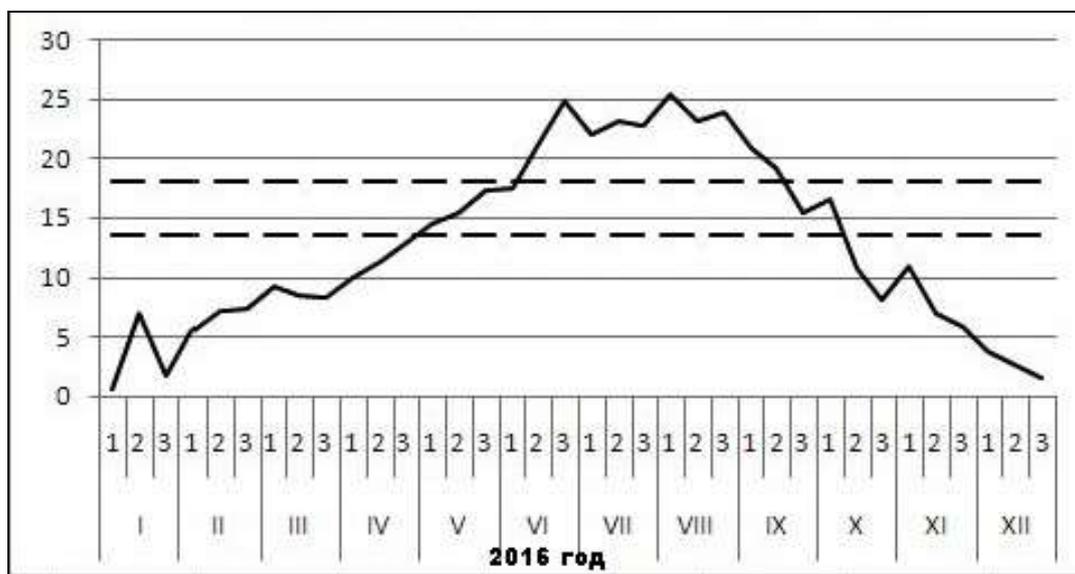


Рис. 5. Годовой ход эффективной температуры, Карадаг
(— — — — границы зоны комфорта по Хромову)

Анализ годового хода эффективных температур в 2016 году показывает, что для жителей Карадага наиболее приемлемой была погода в следующие периоды: весной – это весь май и начало июня, осенью – конец сентября и начало октября.

Показатель *эквивалентно-эффективной температуры* ЭЭТ по А. Миссенарду, учитывающий влияние температуры, влажности воздуха и скорости ветра при оценке тепловой чувствительности человека, рассчитывается следующим образом (Андреев, 2005):

$$\text{ЭЭТ} = 37 - (37 - t) / (0.68 - 0.0014f + (1/1.76 + 1.4V^{0.75})) - 0.29t(1 - f/100), \quad (3)$$

где t – температура воздуха ($^{\circ}\text{C}$), V – скорость ветра (м/с), f – относительная влажность воздуха (%).

Ценность эквивалентно-эффективной температуры, как биоклиматического показателя, состоит в том, что он имеет 11 уровней и охватывает большой диапазон ЭЭТ (от -30 до +30). Для оценки уровня комфорта используются интервалы чувствительности с 6-ти градусными ступенями ЭЭТ (табл. 2).

Таблица 2.

Классификация тепловой чувствительности по значениям ЭЭТ

ЭЭТ	Уровень комфорта
> 30	Тепловая нагрузка сильная
24 – 30	Тепловая нагрузка умеренная
18 – 24	Комфортно – тепло
12 – 18	Комфорт (умеренно тепло)
6 – 12	Прохладно
0 – 6	Умеренно прохладно
-6 – 0	Очень прохладно
-6 – -12	Умеренно холодно
-12 – -18	Холодно
-18 – -24	Очень холодно
< -24	Начинается угроза обморожения

Показатель ЭЭТ представляет собой такое сочетание метеорологических величин, которое производит тот же тепловой эффект, что и неподвижный воздух при 100% относительной влажности и при определенной температуре. Анализ годового хода эквивалентно-эффективной температуры в 2016 г. в Карадаге (рис. 6) показывает, что в течение большей части года показатель ЭЭТ превышает 30-ти градусный рубеж, что соответствует сильной тепловой нагрузке на организм человека. Лишь непродолжительные периоды в январе (первая декада), марте (последняя декада) и середина декабря соответствовали умеренной тепловой нагрузке на организм человека.

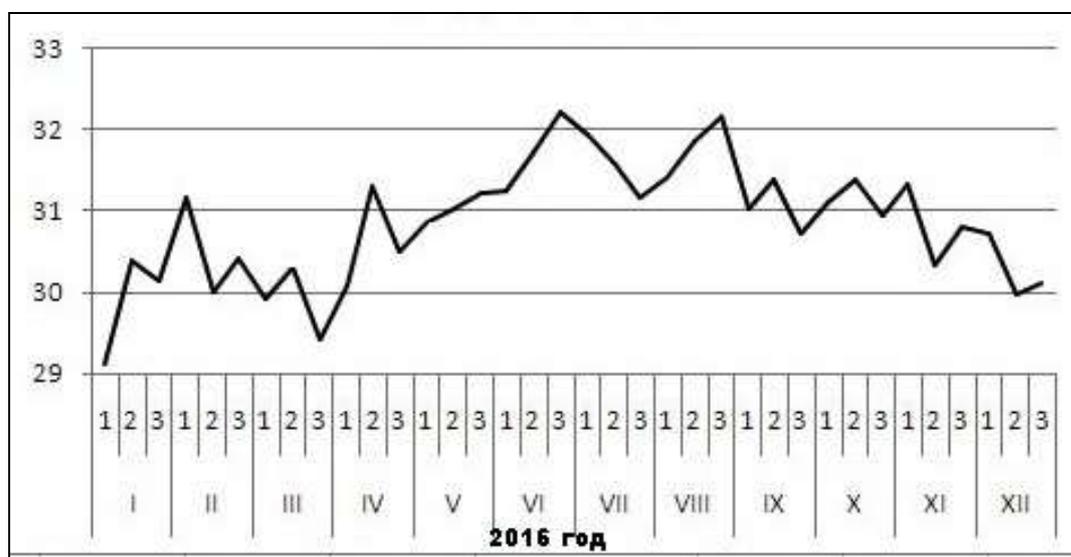


Рис. 6. Годовой ход эквивалентно-эффективной температуры, Карадаг

Возможно, сочетание скоростей ветра, температур и влажности воздуха в 2016 году привело к таким показателям. Ниже приведена формула уменьшающая диапазон эквивалентно-эффективных температур.

Для оценки теплоощущения одетого человека И. В. Бутьевой была предложена формула *нормальной эквивалентно-эффективной температуры* (НЭЭТ), которая определяется по формуле (Русанов, 1981):

$$\text{НЭЭТ} = 0,8(\text{ЭТ}) + 7,0, \quad (4)$$

где ЭТ – эффективная температура (°С); поправка к ЭТ здесь принята равной 7,0°С в связи с тем, что при температуре воздуха ниже –7°С любой ветер является охлаждающим фактором.

Шкала НЭЭТ (табл. 3) используется для оценки теплоощущения человека, защищенного летней одеждой одного типа.

Таблица 3.

Пределы градусов комфорта при НЭЭТ одетого человека в условиях умеренных широт (по Бутьевой)

Условие	НЭЭТ, °С
Одетый человек	16,7 – 20,6

По результатам показателей НЭЭТ для Карадага (рис. 7) можно сделать вывод о том, что наиболее благоприятными в 2016 г. были периоды: весной – с конца апреля до начала июня, осенью – в конце сентября и начале октября. В июне–августе показатели НЭЭТ превышали максимально-допустимый предел, следовательно, были неблагоприятны для принятия воздушных ванн.

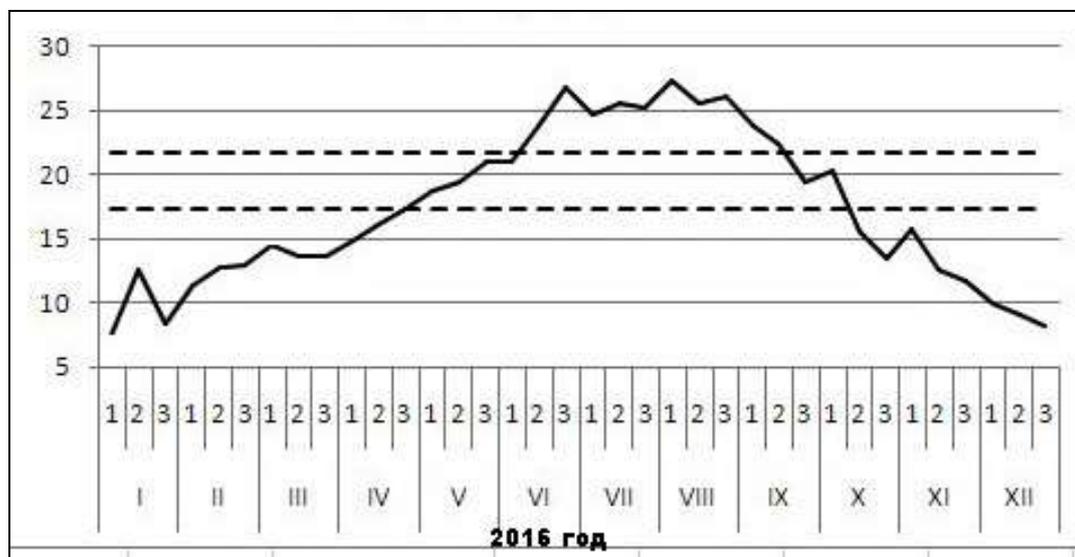


Рис. 7. Годовой ход нормальной эквивалентно-эффективной температуры, Карадаг (— — — границы зоны комфорта по Бутьевой)

Биологически активная температура (БАТ) окружающей человека среды определяет воздействие температуры воздуха, влажности воздуха, скорости ветра, суммарной радиации и длинноволновой радиации подстилающей поверхности. В данной работе не рассматриваются актинометрические данные, поэтому использовалась эмпирическая формула, предложенной Г.В. Циценко (Шталь, Белов, Циценко, 1981):

$$\text{БАТ} = 9.0 + 0,8(\text{НЭЭТ}), \quad (5)$$

где НЭЭТ – нормальная эквивалентно-эффективная температура (°C).

Рассмотрим границы комфортных условий по шкале БАТ – значения в пределах от 10°C до 20°C (ниже 10°C – холодный дискомфорт, выше 20°C – теплый дискомфорт).

По графику годового хода БАТ (рис.8) видно, что в 2016 г. Карадаг не находился в зоне холодного дискомфорта, а большую часть года господствовал теплый дискомфорт. Комфортными зонами в 2016 г. были январь, февраль, конец ноября и декабрь.

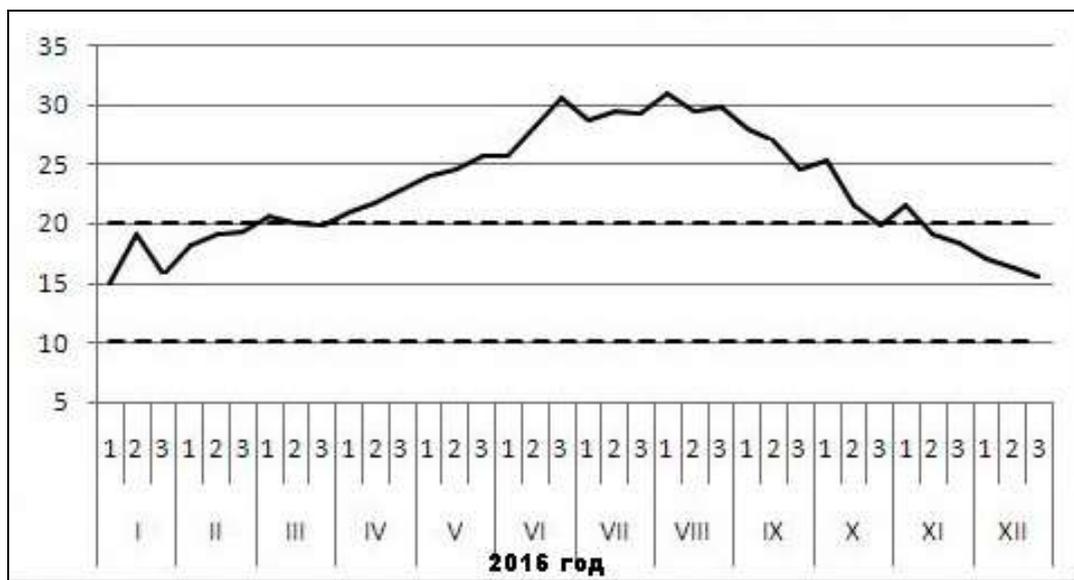


Рис. 8. Годовой ход биологически активной температуры, Карадаг (— — — — границы зоны комфорта по Циценко)

Еще один из важнейших биоклиматических показателей погоды был предложен В.Г. Бокшей – это **индекс патогенности метеорологической ситуации** (I), который измеряется в баллах и рассчитывается по формуле (Бокша, Богутский, 1980):

$$I = I_t + I_f + I_v + I_n + I_{\Delta t} + I_{\Delta p}, \quad (6)$$

где I_t – индекс патогенности температуры воздуха, I_f – индекс патогенности влажности воздуха, I_v – индекс патогенности скорости ветра, I_n – индекс патогенности продолжительности солнечного сияния, $I_{\Delta t}$ – индекс патогенности межсуточного изменения температуры воздуха, $I_{\Delta p}$ – индекс патогенности межсуточного изменения атмосферного давления.

Каждый из этих индексов основан на одном из метеорологических элементов и рассчитывается с условием раздражающего воздействия на организм (табл. 4).

Таблица 4.

Индексы патогенности метеозаэментов

№ пп	Обозначение	Формула для вычисления	Используемый метеозаэлемент
1	I_t	$0.02(18 - t)^2$	t – температура воздуха (°C)
2	I_f	$10^{(f - 70)/20}$	f – влажность воздуха (%)
3	I_v	$0.2v^2$	v – средняя скорость ветра (м/с)
4	I_n	$0.06(10 - 10S_f / S_m)^2$	S_f – фактическая продолжительность солнечного сияния; S_m – максимально возможная.
5	$I_{\Delta t}$	$0.3(\Delta t)^2$	Δt – межсуточное изменение температуры воздуха
6	$I_{\Delta p}$	$0.06(\Delta p)^2$	Δp – межсуточное изменение давления воздуха

Для применения формулы индекса патогенности по данным наблюдений КНИГО дополнительно были рассчитаны: частное фактической продолжительности солнечного сияния за 2016 год к максимально возможной, а также межсуточные изменения температуры и давления воздуха за прошедший год. Метеорологическая ситуация любой местности характеризуется тремя градациями индекса патогенности (табл. 5).

Таблица 5.

Индекс патогенности	
Баллы	Условия погоды
0 – 9,9	Комфорт
10,0 – 16,0	Субкомфорт
> 16,1	Дискомфорт

Под комфортом понимается оптимальное психофизическое состояние человека, которое обеспечивает его нормальную жизнедеятельность в местах постоянного или краткосрочного проживания. Под субкомфортом понимают соответствие слабораздражающих условий природной среды, в которых механизмы адаптации человеческого организма обеспечивают близкое к оптимальному психофизическое состояние человека, создавая ему условия для нормальной жизнедеятельности. Дискомфорт – это климатические условия, соответствующие раздражающим факторам окружающей природной среды, когда механизмы адаптации человеческого организма не обеспечивают его оптимального психофизиологического состояния. Для нормализации такого состояния необходимы дополнительные меры защиты (Воронин, 1981).

Анализ годового хода индекса патогенности погоды (рис. 9) показал, что зона комфорта (индекс погоды ниже 10,0) не является непрерывным сезоном в Карадаге и представляет собой совокупность пяти непродолжительных периодов в интервале с мая до начала октября. В 2016 году дискомфортно было весь январь, а в остальные месяцы межсезонья наблюдалось чередование дискомфорта и субкомфорта в погоде. Дискомфорт, который наблюдался в июне, объясняется активной циклонической деятельностью и, возможно, высоким индексом патогенности межсуточного изменения атмосферного давления.

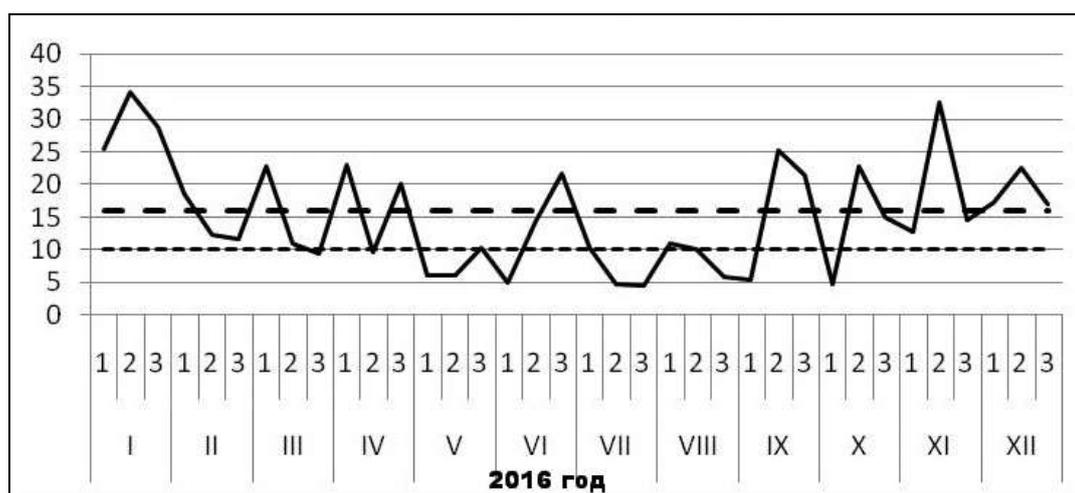


Рис. 9. Годовой ход индекса патогенности погоды, Карадаг

Подводя итоги, можно сказать, что сезон рекреации в окрестностях Карадага длится с мая до начала октября, представляет собой чередование благоприятных биоклиматических условий с субкомфортом. Люди, страдающие сердечными заболеваниями, не должны подвергаться тепловым нагрузкам. Данный регион подходит

для отдыха с детьми, но использование средств защиты от солнечных ожогов и тепловых ударов должны применяться. Идеально для отдыха людей любого возраста подходит май и сентябрь.

Выводы

Сделана попытка выделить зоны комфортности погоды в окрестностях Карадага. Однако, каждый из рассмотренных биоклиматических индексов по разному характеризует погоду в данном регионе в 2016 году. Возможно, в дальнейшем необходим более глубокий анализ текущих биоклиматических факторов и сравнение их со среднемноголетним метеорологическим рядом.

Исследования показали, что отдых в окрестностях Карадага допустим с начала мая до начала октября. Самыми благоприятными периодами для рекреации являются май и сентябрь.

Список литературы

1. Андреев С.С. Человек и окружающая среда. – Ростов н/д: Изд-во СКНЦ ВШ АПСН, 2005. – 271 с.
2. Бокша В.Г. Богутский Б.В. Медицинская климатология и климатотерапия. – Киев: Здоровье, 1980. – 262 с.
3. Воронин Н.М. Основы медицинской и биологической климатологии. – М.: Медицина, 1981. – 352 с.
4. Климатические ресурсы и методы их представления для прикладных целей / Под ред. К.Ш.Хайруллина. – СПб.: Гидрометеиздат, 2005. – 231 с.
5. Русанов В.И. Комплексные метеорологические показатели и методы оценки климата для медицинских целей. – Томск: Изд-во Том. Ун-та, 1981. – 86 с.
6. Хромов С.П., Мамонтова Л.И. Метеорологический словарь. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 568 с.
7. Шталь В.А., Белов Н.Ф., Циценко Г.В. Прикладная климатология. – Л.: Изд. ЛПИ, 1981. – 166 с.

BIOCLIMATIC CONDITIONS OF THE VICINITIES OF KARADAG IN 2016

Sirota E.N.

FGBU "Krimskoe UGMS" Karadag scientific research geophysical observatory, Feodosia, Russian Federation, e-mail: meteo.knigo@gmail.com

Meteorological data of the Karadag scientific research geophysical observatory for 2016 were analyzed. Using the formulas of various authors, the bioclimatic indicators (indexes) of the weather of the Karadag neighborhoods over the past period were calculated. The result obtained was systematized and generalized; zones of weather comfort in the territory of Karadag were allocated. Variants of body protection were suggested for uncomfortable bioclimatic conditions.

Key words: bioclimatic conditions; comfort zone; effective temperature; biologically active temperature; pathogenicity index

Поступила в редакцию 14.09.2017 г.

ИСТОРИЧЕСКИЕ, АРХЕОЛОГИЧЕСКИЕ И
ИСКУССТВОВЕДЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 520.1(477.75)

**СТАНОВЛЕНИЕ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В КРЫМСКОЙ
АСТРОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ АН СССР И ПЕРВЫЕ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ**

Щербина А.Д.

*Управление Российской Академии Наук по взаимодействию с научными организациями
Республики Крым и города федерального значения Севастополя, пгт Никита, г. Ялта,
Российская Федерация,
e-mail: aas175740@yandex.ru, aas@iki.rssi.ru*

В статье на основе историко-научного анализа освещены этапы и ключевые моменты научно-исследовательской работы ученых Крымской астрофизической обсерватории, которая осуществлялась в рамках эксперимента «ОСТ-1» на космической станции «Салют-4», «Интеркосмос-16». Указаны особенности работы солнечного телескопа для получения стигматичных ультрафиолетовых спектров от избранных участков солнечной поверхности, предназначенного для исследований в широком спектральном интервале от вакуумного ультрафиолета до инфракрасной области. Освещены достижения ученых КрАО АН СССР в рамках данного проекта, в частности успешное проведение экспериментов по нанесению новых отражающих слоев на оба зеркала телескопа. Определен вклад сотрудников исследовательского учреждения в развитие космической науки на территории Крымского полуострова на этапе ее становления.

Ключевые слова: космические исследования, Крымская астрофизическая обсерватория, эксперимент «ОСТ-1», космическая станция, солнечный телескоп.

Введение

В 60-х гг. XX ст. в связи со становлением нового направления исследований в астрономии – внеатмосферных исследований – в Крымской астрофизической обсерватории АН СССР (КрАО АН СССР) начала проводиться соответствующая научная работа. Техническое оснащение экспериментов вне атмосферы Земли было существенно ограничено, в основном, возможностями космических носителей астрофизических приборов. Искусственные спутники Земли (ИСЗ) либо ориентировались по одной оси вращения, либо вообще не были ориентированы. Задачи для таких экспериментов не отличались масштабностью: они сводились к измерению заданных величин с большим полем зрения, к определению минимальных и максимальных значений, к сравнению наблюдаемых значений с вычисленными на основе сведений о спектральном составе, численности и яркости звезд, туманностей в Галактике, данных о свечении зодиакального света.

Результаты исследования

Согласно с важнейшими изменениями в развитии космических исследований, проведенных отечественными учеными НИИ «КрАО», можно выделить следующие этапы:

1 этап (1960–1974 гг.) – проведение внеатмосферных наблюдений с помощью отдельных оптических приборов, установленных на ИСЗ, автоматических станциях, космических аппаратах («Космос-213», «Космос-51», «Космос-166», «Прогноз-6» и др.);

2 этап (1975–1982 гг.) – изучение космических тел и процессов приборами, установленными на долговременных пилотируемых орбитальных научных станциях («Салют-4»);

3 этап (1983–1987 гг.) – осуществление исследований вне атмосферы Земли со специальной астрофизической космической станции, то есть так называемой беспилотной космической обсерватории («Астрон»);

4 этап (1988–2015 гг.) – изучение космических объектов с долговременной орбитальной астрофизической обсерватории («Спектр-УФ»).

Первой попыткой провести внеатмосферные исследования в КрАО АН СССР было создание в 1958 г. ракетного спектрометра. Эксперимент не состоялся из-за технических трудностей, не позволивших уложиться в отведенные сроки. В декабре 1959 г. коротковолновой спектрометр КДС-1, разработанный заведующим отделом экспериментальной астрофизики В.К. Прокофьевым, был запущен на 3-м корабле-спутнике и зарегистрировал спектр Солнца в узкой спектральной области 30.3–30.5 нм (линии He II 30,4 нм) (Брунс, 2008). Прибор был рассчитан для работы на неориентированном спутнике и снабжен автономной системой двухкоординатной астроориентации на Солнце, которая, с помощью плоского поворотного зеркала, отражала свет на неподвижную входную щель спектрометра. В качестве диспергирующего элемента в спектрометре использовалась вогнутая дифракционная решетка, работавшая в схеме Роуланда. Сканирование спектра осуществлялось движением по кругу Роуланда выходной щели спектрометра, пропускавшей свет на расположенный за ней фотоприемник. В качестве фотоприемника использовался разработанный в Государственном оптическом институте им. С.И. Вавилова вторичный электронный умножитель открытого типа, не имевший ни стеклянной колбы, ни входного окна и использовавший при работе естественный вакуум космоса.

16 июня 1967 г. запущен модернизированный КДС-2 на ИСЗ «Космос-166», первой специализированной солнечной обсерватории для исследования ультрафиолетового и рентгеновского излучения Солнца. Научная аппаратура спутника состояла из рентгеновского фотометра, дифракционного ультрафиолетового спектрометра и рентгеновского гелиографа (Лебедев, 1968). В приборе КДС-2 был модернизирован спектрограф: расширен диапазон регистрации излучения Солнца 90.0–110.0 нм. Была также разработана новая электронная система управления ориентацией. Запуск был произведен с полигона «Капустин Яр», около Волгограда (Отчеты...за 1967 г.). Прибор работал 20 суток и передал на Землю 1000 записей спектров. Этот материал позволил проследить динамику развития многих вспышек, определить поток и спектральный состав излучений, размеры и локализацию областей, где возникали вспышки, изучить физические условия в области вспышки и в прилегающих активных участках короны. Регистрация спектрометром линии ионизированного гелия дала информацию о состоянии солнечной атмосферы под вспышкой. Сотрудниками КрАО АН СССР обнаружено увеличение ультрафиолетового излучения с увеличением площади активных образований на Солнце. Результаты эксперимента представляли большой интерес для выяснения природы рентгеновских и оптических вспышек и возможности их прогнозирования.

В 1967 и 1968 гг. по инициативе и при активном участии Физического института АН СССР был произведен запуск первых советских спутников для исследования Солнца, «Космос-166» и «Космос-230». Специально для этого эксперимента в лаборатории КрАО АН СССР были разработаны и созданы рентгеновские гелиографы

и фотометры оригинальной конструкции, позволившие получить более 1000 изображений Солнца в пяти спектральных диапазонах с угловым разрешением около 20 секунд. В ходе эксперимента были получены существенно новые данные о структуре рентгеновских вспышек, в частности впервые прослежена динамика их развития, а по заходу активной области за лимб оценена ее высота – порядка 20 тыс. км над фотосферой.

В этот же период были начаты первые эксперименты по получению спектров Солнца в коротковолновой области с помощью дифракционных решеток и брэгговских кристаллов. В ходе них была получена первая в мире фотография рентгеновского спектра в области длин волн короче 9.5 \AA , а всего были зарегистрированы спектры до длины волны 1.7 \AA и достигнуто уникальное разрешение $\lambda/\Delta\lambda \sim 10^4$. Это позволило уточнить обилия элементов в атмосфере Солнца, а также обнаружить макроскопические движения в корональных конденсациях со скоростью по лучу зрения до 100 км/сек. В спектрах вспышек были обнаружены линии ионов MgXI , FeIX , FeX и FeXVII .

Во второй половине XX ст. неизученная ультрафиолетовая область солнечного спектра считалась наиболее информативной для исследования физического состояния верхних слоев атмосферы Солнца. Для разработки данного вопроса был создан орбитальный солнечный телескоп (ОСТ-1) с высоким пространственным разрешением. Наиболее благоприятным временем для исследования процессов на Солнце является пик его активности. Поскольку таковой приходился на 1969–1970 гг., заявка от сотрудников КрАО АН СССР на проведение эксперимента «ОСТ-1» была подана в вышеуказанный период. Согласно данным репрезентативных документов, удачному проведению исследования предшествовал ряд попыток.

В 1975 г. руководство над экспериментом «ОСТ-1» было возложено на Н.В. Стешенко, конструктором назначен А.В. Брунс. Разработчики ОСТ-1 решили основные из перечисленных проблем в конструкции телескопа. Все механические и оптические части телескопа спроектированы и сделаны в КрАО АН СССР, за исключением решеток. При длине телескопа более 3 м его установка не вызывала затруднений благодаря основной конструктивной идее. Система подразделялась на отдельные блоки, включающие в себя от одного до нескольких оптических элементов. Полная оптическая схема комплекса создавалась при соответствующем расположении блоков на поверхности отсека научной аппаратуры, корпус которого фактически выполнял роль несущей конструкции. Использование для точного наведения поворачивающегося плоского зеркала дало возможность установить телескоп на орбитальную станцию, имеющую точность ориентации 1° . При этом вся система телескопа располагалась неподвижно относительно корпуса станции, что позволило решить проблему доставки фотокассет из открытого космоса.

Среди особых достижений разработчиков ОСТ-1 следует отметить уникальное технологическое решение. Отечественными учеными впервые в мире реализован метод нанесения свежих покрытий в космосе специально сконструированными установками для термомолекулярного напыления алюминия с целью предотвратить влияние контаминации на отражающие свойства зеркал. Состояние оптических элементов на космическом телескопе определялось степенью образования налета за счет конденсации на них различных веществ, входящих в микроатмосферу космического аппарата. Поэтому учеными КрАО АН СССР было принято решение разработать и установить на ОСТ-1 устройство для термомолекулярного нанесения на зеркала новых отражающих слоев в процессе их эксплуатации на борту орбитальной космической станции. Помимо сотрудников обсерватории изъявил желание руководить проектом В.В. Бенюх. Заместитель директора по научной работе Н.В. Стешенко объявил конкурс проектов, который завершился явным преимуществом основного варианта. В

соответствии с ним проектом была изготовлена бортовая установка для термомолекулярного напыления алюминия. Каждое зеркало ОСТ-1 было снабжено испарителем алюминия, управляемым с пульта управления бортинженера. Это позволило примерно в 12 раз увеличить отражение от щечек щели, которые не имели отдельной защиты во время вывода корабля на орбиту. Космонавтами первой экспедиции было произведено напыление алюминия на главное зеркало, второй экспедиции – на следящее зеркало телескопа. Как показали измерения, отражающие свойства слоя алюминия, напыленного в космосе, оказались практически такими же, как у многослойных покрытий, выполненных в лаборатории. В то же время на зеркалах телескопа сотрудниками КрАО АН СССР не зафиксировано преимущество в коэффициенте отражения в ультрафиолетовой области спектра из-за быстрого окисления алюминиевого покрытия атомами и попами кислорода, присутствующими в малых количествах вокруг корабля.

Проведение астрофизического эксперимента «ОСТ-1» было осложнено минимальной солнечной активностью. На поверхности Солнца учеными наблюдалось малое количество активных образований. Еще более редкими были такие явления как вспышки. За проведение эксперимента и получение весомых результатов в области астрофизики присуждена правительственная награда – Орден Трудового Красного Знамени. «За достигнутые успехи в развитии народного хозяйства» два участника эксперимента награждены Золотыми, один 1 серебряной и десять – бронзовыми медалями ВДНХ. Эксперимент «ОСТ-1» значился как главный в программе орбитальной космической станции «Салют-4», и назывался Астрофизический эксперимент №1. По «Табелю о рангах» подобные, успешно проведенные основные эксперименты космических запусков отмечались Государственной премией (Брунс, 1999). Парадоксально, но Комитет по делам изобретений и открытий не выявил в эксперименте элементы новизны. Универсальность «ОСТ-1», заключающаяся в размещении на станции «Салют-4» блоков телескопа на поверхности станции без собственной несущей конструкции, не была признана.

Тем не менее ученые КрАО АН СССР внесли большой вклад в развитие космической науки на территории Крымского полуострова. Ими был разработан и сконструирован крупнейший в мире управляемый космонавтами солнечный телескоп с фокусным расстоянием 2.5 м и рабочей аппаратурой 490 см², работавший в широком спектральном интервале от вакуумного ультрафиолета до инфракрасной области. Уникальный астрофизический комплекс «ОСТ-1» отличался от всей созданной ранее оптической аппаратуры для проведения внеатмосферных экспериментов. Он не имел собственной единой механической конструкции, состоял из ряда отдельных блоков, содержащих логически законченные части оптической системы. В конструкцию На-камеры был впервые внедрен интерференционно-поляризационный фильтр, снабженный оригинальной системой терморегулирования и обеспечивающий при длине волны фильтра $\lambda=656.3$ нм полосу 0.05 нм, полноценно функционировавший на орбите ИСЗ. Низкоабберационный ультрафиолетовый спектрограф с двойной монохроматизацией в сочетании с ОСТ-1, дававшим высококачественные изображения Солнца, впервые дал возможность получить стигматичные короткие ультрафиолетовые спектры, в которых участки спектральных линий по высоте спектра принадлежали соответствующим точкам изображения, передаваемым входной щелью.

Запуск астрофизического комплекса «ОСТ-1» ознаменовал начало широкого освоения нового спектрального диапазона в прикладной науке, а именно далекого ультрафиолета, включая вакуумный. Изучение сотрудниками КрАО АН СССР ультрафиолетовых спектров солнечных образований позволило дать объективную оценку физическим условиям в последних на уровне верхней хромосферы и переходной зоны между хромосферой и короной. В системе был впервые применен

теневого датчик ориентации, позволивший существенно упростить механическую часть системы и тем самым повысить ее общую надежность. К достижениям ученых КрАО АН СССР можно отнести успешное проведение экспериментов по нанесению новых отражающих слоев на оба зеркала телескопа. Космонавтами первой экспедиции О.О. Губаревым и Г.И. Гречко нанесено новое отражающее покрытие на главное зеркало, а космонавтами второй – П.И. Климукон и В.И. Севастьяновым – алюминировано следящее зеркало.

По результатам эксперимента «ОСТ-1» сотрудниками КрАО АН СССР создан каталог фотографий спектров, опубликованы более 12 печатных работ в отечественных и зарубежных журналах, сделано шесть докладов на Международных симпозиумах и конференциях и четыре сообщения на внутрисююзных конференциях (Брунс, 2008). Удачное проведение эксперимента «ОСТ-1» обусловило начало работ над проектом «Астрон» под руководством А.А. Боярчука.

Изучение солнечной короны с помощью ультрафиолетового спектрометра были начаты в КрАО АН СССР в 1974 г. После неудачного эксперимента с «Салютом-3» сотрудники обсерватории начали подготовку к первому в практике научного учреждения международному советско-шведскому космическому эксперименту. Исследовательская работа проводилась по программе «Интеркосмос». Научными представителями от СССР были И.А. Житник (Физический институт АН) и А.В. Брунс, В.К. Прокофьев (КрАО АН СССР), руководителем от Швеции назначен астрофизик Ян Олаф Стенфло. Эксперимент за границей осуществляла корпорация Swedish Space Corporation, разработкой прибора занимались фирмы Jungner Instrument AB и SAAB-SCANIA.

Основной задачей исследовательского проекта было изучение магнитного поля Солнца путем измерения его влияния на линейную поляризацию излучения на солнечном лимбе. Для проведения наблюдений в диапазоне длин волн 120-150 нм учеными КрАО АН СССР разработан прибор спектрометр-поляриметр, который устанавливался на спутник «Интеркосмос-16», запущенный 26 июля 1976 г. (Отчеты... за 1976 г.).

Внеатмосферный эксперимент «Интеркосмос-16», осуществленный на последнем аппарате в серии малых спутников, позволил получить астрофизикам данные о спектрах высокого разрешения рентгеновского и ультрафиолетового излучения Солнца в период минимума солнечной активности, что дало определенное представление о строении солнечной атмосферы. Также отечественными учеными изучены динамика, спектр и поляризация рентгеновского излучения Солнца. Проведенные наблюдения дали необходимый материал для решения проблемных вопросов в астрофизике, подготовив основу для осуществления ряда фундаментальных космических исследований КрАО АН СССР.

Выводы

Установлено, что на протяжении более чем 50 лет учеными НИИ «КрАО» проведены уникальные эксперименты по изучению Солнца, его структур и образований с помощью специальных астрофизических методов.

Полученные результаты исследований представляли большой интерес для выяснения природы рентгеновских и оптических вспышек и возможности их прогнозирования.

Список литературы

1. Брунс А.В. Как это было. Орбитальный солнечный телескоп Крымской астрофизической обсерватории. – Научный, 1999. – 99 с.
2. Брунс А.В. Как это было: внеатмосферные исследования солнца Крымской астрофизической обсерватории // Из истории Крымской астрофизической обсерватории. Сборник рассказов. – Симферополь: Издательский дом «ЧерноморПРЕСС», 2008. – 128 с.
3. Лебедев Л. Советские космические исследования в 1967 г. // Ежегодник большой советской энциклопедии. – М., 1968. – Вып. 12. – 621 с.
4. Отчеты учреждений отделения по научной и научно-организационной деятельности за 1967 г. // АРАН. Ф. 1948. Оп. 2. Ед. хр. 2. 181 л.
5. Отчеты учреждений отделения по научной и научно-организационной деятельности за 1976 г. // АРАН. Ф. 1948. Оп. 2. Ед. хр. 16. 353 л.
6. Справка Крымской астрофизической обсерватории об эффективности международных научных связей за период 1966–1970 гг. // Архив российской академии наук (далее АРАН). Ф. 472. Оп. 1. Ед. хр. 738. 14 л.

THE FORMATION OF SPACE RESEARCH IN THE CRIMEAN ASTROPHYSICAL OBSERVATORY OF THE USSR AS AND THE FIRST EXPERIMENTAL ACHIEVEMENTS

Shcherbina A.D.

*Administration of the Russian Academy of Sciences for Interaction with Scientific Organizations of the
Republic of Crimea and the City of Federal Significance in Sevastopol, Nikita, Yalta, Russian
Federation,*

e-mail: aas175740@yandex.ru, aas@iki.rssi.ru

On the basis of historical and scientific analysis highlights the stages and key points for the research of the scientists of the Crimean Astrophysical Observatory, that carried out within the experiment "OST-1" on the Orbital Station "Salyut", "Intercosmos-16". Features of operation of the solar telescope for the receiving the stigmatic ultra-violet ranges from the chosen sites of a solar surface intended for researches in a wide spectral interval from a vacuum ultraviolet to infrared area are specified. Achievements of scientific of the Crimean astrophysical observatory of Academy of Sciences of the USSR within this project, in particular successful carrying out experiments on drawing the new reflecting layers on both mirrors of the telescope are lit. The contribution of staff of research institution to development of space science in the territory of the Crimean peninsula is defined at the stage of its development.

Key words: space research, Crimean Astrophysical Observatory, OST-1 experiment, space station, solar telescope.

Поступила в редакцию 11.03.2018 г.

УДК 061.1:[910.3:551.50]

ЭТАПЫ БОЛЬШОГО ПУТИ: 85 ЛЕТ КАРАДАГСКОЙ НАУЧНО- ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

Фролова Т.А.

ФГБУ «Крымское УГМС» Карадагская научно-исследовательская геофизическая
обсерватория, г. Феодосия, Российская Федерация,
e-mail: meteo.knigo@gmail.com

Подведен итог работы Карадагской обсерватории в течение 85 лет. Собран материал об этапах развития Обсерватории и вкладе каждого из руководителей в историю, как самой организации, так и мировой науки в целом. Используя материалы архивов и результаты опроса ветеранов Карадагской научно-исследовательской геофизической обсерватории, сделана попытка охарактеризовать руководителей по их заслугам перед наукой, обществом и по их личным человеческим качествам.

Ключевые слова: Постоянная актинометрическая комиссия; расчет характеристик солнечной радиации; Карадагская актинометрическая обсерватория; озонметрия; радиолокация; Отличник Гидрометслужбы.

Введение

Создание научных организаций во все времена было уделом людей инициативных, устремленных и самоотверженных. Процесс становления Карадагской обсерватории не стал исключением. Каждый из сотрудников Обсерватории по крупице вносил свой вклад в общее дело. Но все тяготы ответственности и упорного труда ложились на плечи руководителей организации.

Основным направлением работы Карадагской обсерватории было сбор данных срочных актинометрических и метеорологических наблюдений и создание многолетнего векового ряда. Однако руководители Обсерватории активно занимались научной деятельностью широкого спектра: от усовершенствования приборов до разработки новых методик наблюдений.

Развитие Карадагской обсерватории охватывает огромный исторический период, который не всегда был благоприятным для ведения научных исследований. Обсерватория, занимая 1,2 га земли и имея свой жилищный фонд, должна была заниматься вопросами подвода дорог, водоснабжения, ремонта зданий и пр. Создание фундаментальной базы данных неразрывно связано с хозяйственной деятельностью. В связи с этим нельзя недооценивать роль заместителей директоров Обсерватории и руководителей в период существования ее в статусе Карадагской полевой экспериментальной базы.

Сохранить и приумножить научные достижения в области метеорологии, сделать их доступными широким массам и предоставить в пользование всему миру – вот актуальность сегодняшнего дня.

Материалы и методы

В основе работы лежит использование архива и библиотеки Карадагской научно-исследовательской геофизической обсерватории (КНИГО), а также личных архивов сотрудников и ветеранов Обсерватории. Методы исследований: обзорно–исторический, аналитический. Сделана попытка проанализировать вклад каждого руководителя в развитие обсерватории в частности и метеорологии в целом.

Результаты и обсуждения

История создания Обсерватории. Калитин Николай Николаевич.

Выдающийся климатолог А.И.Воейков в своем главном труде "Климаты земного шара, в особенности России" (1884) поставил задачу – создать приходно-расходную книгу солнечной энергии, поступающей на земную поверхность и в атмосферу. Главный путь решения задачи – это создание системы актинометрических наблюдений и климатологическое обобщение материалов наблюдений (Очерки..., 1999). Это направление начало развиваться в Главной геофизической обсерватории (ГГО), ставшей в 1920-х годах организующим актинометрическим центром в бывшем СССР. Изучение преобразований солнечной радиации в атмосфере и радиационного режима у поверхности Земли требует количественной оценки составляющих радиационного баланса, основанной на материалах наблюдений сети актинометрических станций. А для более полного исследования показателей радиационного режима необходимо знать не только средние значения радиации и закон распределения их, но и тенденции в многолетнем изменении.

Говоря об актинометрических исследованиях начала 20-го столетия, важно отметить, что Крым по своему географическому и климатическому положению, по числу ясных дней в году всегда привлекал исследователей северных научных центров возможностью выполнения в условиях Юга длительных и обширных наблюдений как для накопления большого и ценного экспериментального материала, так и для проверки и подтверждения выводов, сделанных на основе ограниченного материала, добытого в неблагоприятных условиях Севера. Многие исследователи Севера либо отправлялись на длительные сроки для наблюдений в Крым и даже оседали здесь, либо оставляли после себя смену на наблюдательных пунктах Юга из последователей среди местных любителей науки, способных производить самостоятельно актинометрические и атмосферно-оптические исследования. Актинометристы Севера являлись, с одной стороны, первыми исследователями южных окраин России и, с другой стороны, организаторами и создателями самостоятельных научно-исследовательских учреждений Крыма.

Именно с именем Н.Н. Калитина (рис. 1) связано образование актинометрической станции в Карадаге. В 1925 году начала свою деятельность Постоянная актинометрическая комиссия (ПАК) при ГГО в Санкт-Петербурге, организованная Николаем Николаевичем Калитиным. В 1930 году в Павловске под руководством Калитина Н.Н. на базе актинометрического отделения был основан институт актинометрии и атмосферной оптики, а в 1931 году по инициативе этого же ученого был открыт филиал института в Карадаге Феодосийского района, который в дальнейшем приобрел статус актинометрической станции (КАС) в составе ГГО. На сегодняшний день можно смело утверждать, что Карадаг является стартовой базой мировой актинометрической сети. Николай Николаевич Калитин ежегодно приезжал в Нижние Отузы (ныне Курортное) и подолгу работал на актинометрической станции, обогащая своими работами методический раздел науки. Ученым предложены и построены десятки оригинальных приборов превосходивших зарубежные аналоги.



Рис.1. Калитин Николай Николаевич (Фотоархив КНИГО)

Среди них: вакуумный пиранометр для регистрации рассеянной радиации; фотометры для наблюдений за дневной рассеянной освещенностью, прибор для измерения околосолнечной радиации различных длин волн; прибор для измерения поляризации света неба в различных участках спектра; прибор для измерения яркости небесного свода и радиации от различных зон неба. Впервые в мире Н. Н. Калитиным был построен прибор для определения прозрачности естественных вод.

В числе заслуг Николая Калитина не только достижения в области приборостроения, но и разработки методики измерения солнечной радиации. По инициативе Калитина и под его редакцией с 1926 года начал издаваться специальный журнал «Бюллетень постоянной актинометрической комиссии ГГО», являвшийся единственным в мире печатным изданием по актинометрии. На Международном съезде актинометристов в Копенгагене в 1929 году по докладу Н. Н. Калитина было принято предложение строить актинометрическую работу по примеру СССР. Н. Н. Калитин – автор более 250 научных работ и 32-х изобретений. Его книга «Актинометрия» (Калитин, 1938) явилась итогом многочисленных исследований ученого, и сыграла важную роль в развитии мировой геофизики.

1932–1934 годы. Маляренко Гурий Иванович. Маляренко Гурий Иванович – первый заведующий актинометрической станцией в Карадаге. На плечи Гурия Ивановича легли все трудности открытия первой станции. Предварительные мероприятия включали в себя не только организацию и проведение актинометрических наблюдений, не только обеспечение станции необходимым оборудованием и приборами, но и решение хозяйственных и ремонтно-строительных вопросов. Таких как: подписание договора с соответствующими организациями о выделении земельного участка для планирования актинометрической площадки; строительство служебных помещений для камеральных работ и многое другое.

Первым быть всегда трудно. Налаживая оборудование и оттачивая мастерство ведения наблюдений, Маляренко Г.И. в течение октября–ноября лично выполнял весь объем работ наблюдателей. Консультировал его Николай Николаевич Калитин, который в этот период выполнял актинометрические исследования на море. Несмотря на короткий стаж службы, Гурий Иванович, будучи исполняющим обязанности

заведующего Карадагской актинометрической станцией, полностью подготовил ее к эксплуатации.

Начиная с 1933 года и в последующие годы, актинометрия становится неотъемлемой частью курортологии в Крыму. Маляренко Гурий Иванович организовал плотное сотрудничество Карадагской станции с санаториями Судака и Феодосии. В течение многих лет сотрудники станции читали научно-познавательные лекции о пользе и вреде принятия солнечных ванн.

1934–1935 годы. Ярославцев Иван Николаевич. Ярославцев Иван Николаевич руководил Карадагской обсерваторией немногим больше года, но именно на этот год приходится установка на станции абсолютного пиргелиометра Ангстрема и организация обслуживания прибора.

На юге бывшего Советского Союза, именно в Карадаге, появился свой эталонный прибор, и надобность поездок в Ленинград для проверок актинометрических приборов отпала. Во время руководства обсерваторией И.Н. Ярославцевым эталонный прибор Карадага обслуживал Крым, Украину, Кавказ и южные области России. Вся работа Ярославцева Ивана Николаевича была построена так, чтобы Карадагская обсерватория заняла прочные позиции в научном мире.

Иван Николаевич руководил Карадагской обсерваторией в возрасте 45 лет, а спустя несколько лет стал профессором Ташкентской геофизической обсерватории. Все свои труды он посвящал вопросам актинометрии и оптики атмосферы (рис. 2).

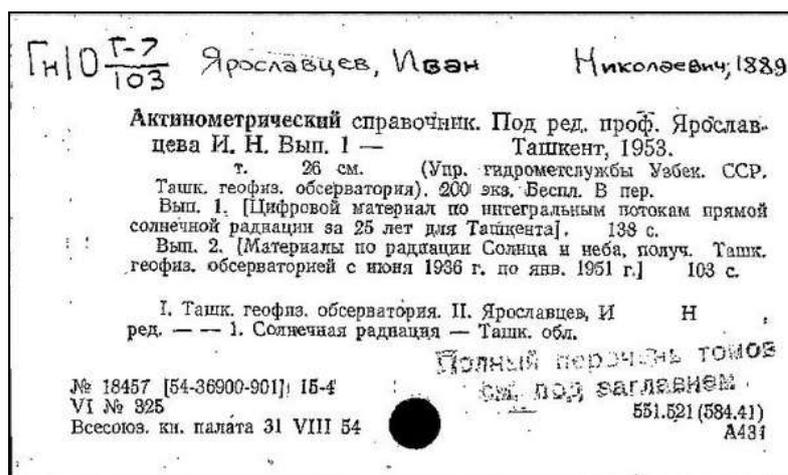


Рис. 2. Библиотечная карточка Ташкентской геофизической обсерватории

1935–1946 годы. Сивков Сергей Иванович. Сергей Иванович Сивков возглавлял работу Карадагской обсерватории в течение десяти лет, на которые выпала Великая отечественная война и оккупация Крыма врагом. Сивков С.И. (рис. 3) в эти тяжелые годы сам лично продолжал актинометрические исследования и не позволил прерваться долголетнему ряду наблюдений. Немаловажен тот факт, что 1936 год – это первый год работы станции по полной программе. Благодаря самоотверженной деятельности Сергея Ивановича актинометрическая станция Карадаг по постановке работы была одной из лучших в СССР.

В 1939 году приказом по Главному Управлению гидрометеорологической службы СССР было предписано разработать проект о реконструкции Карадагской станции в Обсерваторию. Кропотливый труд С.И. Сивкова был увенчан успехом – с 1946 года станция получила статус Карадагской актинометрической обсерватории (КАО), которая продолжала подчиняться ГГО. В 1939-1941 гг. актинометрическая станция уже прочно заняла позиции в науке. Здесь ежегодно и подолгу работал Н.Н.Калитин, проводил исследования профессор В.А.Березкин, создатель актинометрических приборов Ю.Д.Янишевский, ученые из различных университетов и

научно-исследовательских институтов, стажировались и поверяли приборы специалисты из санаториев и актинометрических станций, проводились совместные исследования с врачами, зоологами, ботаниками, морскими биологами.



Рис. 3. Сивков Сергей Иванович (Фотоархив КНИГО)

Именно Сивков Сергей Иванович в своих довоенных публикациях показал, как Карадаг вписывается в глобальную картину территориального распределения радиации. Он заложил основы метода приведения величин прямой солнечной радиации к определенной высоте Солнца, которые позже обобщил в своей знаменитой монографии «Методы расчета характеристик солнечной радиации». Даже репрессии в послевоенные годы не помешали Сивкову С.И. достичь вершин в науке, с 1968 года он, минуя степень кандидата наук, становится доктором географических наук (Сивков, 1982). Методикой Сивкова Сергея Ивановича пользуются актинометристы всего мира, она изложена во всех учебных пособиях.

С именем С.И.Сивкова связано множество проектов по совместной работе с Карадагской биологической станцией АН Украины в области использования солнечной радиации в процессе фотосинтеза диатомовых водорослей. За период 1949–1950 гг. в Докладах академии наук СССР был опубликован ряд совместных статей С.И.Сивкова и Л.А.Ланской – сотрудницы биологической станции. Сотрудничество этих выдающихся исследователей положило начало целому циклу работ по данному направлению. Так позднее в 80-е годы опыты А.М.Роцина по выращиванию культур морского фитопланктона позволили определить в первом приближении эффективность использования солнечной энергии в процессе фотосинтеза как в лабораторных, так и в естественных условиях. Им был введен коэффициент использования лучистой энергии отдельной растительной клеткой в процессе развития. Лабораторные работы в области фотосинтеза вообще показали, что наиболее значимыми в использовании солнечной энергии являются микроскопические растения, урожайность которых в оптимальных условиях увеличивается в десятки раз.

1946–1978 годы. Грищенко Дмитрий Лукич. Грищенко Дмитрий Лукич возглавил руководство Карадагской обсерваторией в тяжелые послевоенные годы и оставался в этой должности в течение 32 лет. В связи с расширением в эти годы исследований радиационного режима моря Д.Л. Грищенко была поручена разработка

методических указаний, могущих помочь ученым правильно вести актинометрические наблюдения в открытом море. Поэтому с 1946 года на базе КАО начались морские актинометрические наблюдения, включающие в себя измерения альbedo и составляющих радиационного баланса морской поверхности, проводимые в море на лодке при небольшом волнении. Интересны работы Грищенко в области радиационных исследований в море на различных глубинах. Для этих наблюдений использовался подводный пиранометр, специально сконструированный Ю.Д. Янишевским – конструктором многих актинометрических приборов (Кондратьев, 1965). Измерения проводились до глубины 15 м при прозрачности моря по диску Секки больше 10 м и ясном небе. Полученный материал наблюдений (около 100 серий) позволил сделать некоторые выводы о закономерности распространения лучистой энергии вглубь моря в зависимости от высоты Солнца, состояния, как водной поверхности, так и небосвода.

Время всеобщей разрухи тех лет не помешало Грищенко Д.Л. раскрыться как ученому, с 1960 года он кандидат физико-математических наук. Его методика морских актинометрических наблюдений была уникальной, основные положения которой вошли в «Наставления гидрометеорологическим станциям и постам». Наряду с военными наградами – орденом Красной Звезды и 9 медалей (рис. 4) – Дмитрий Лукич был отмечен значком «Отличник Гидрометслужбы СССР».



Рис. 4. Грищенко Дмитрий Лукич (Фотоархив КНИГО)

Грищенко Д.Л. отличный организатор. Актинометрические исследования при нем велись в содружестве со многими научно-исследовательскими учреждениями. По его инициативе, начиная с 1965 года, Карадаг стал всесоюзным центром по поверке и градуировке эталонных актинометрических и озонметрических приборов.

Дмитрий Лукич с пониманием относился к своим подчиненным. При нем велось обширное строительство жилого фонда, озеленение территории, для общего пользования закладывались виноградники, а в 1962 году выполнена электрификация обсерватории. Грищенко Дмитрий Лукич так организовал работу в обсерватории, что все сотрудники жили одной общей семьей. Все, кто знал этого человека лично, относились к нему с огромной любовью и уважением.

1978–1987 годы. Загородников Александр Андреевич. С первых дней руководства Загородников А.А. (рис. 5), доктор технических наук, профессор, активно

занимался расширением спектра научной деятельности в КАО. При нем начал использоваться экологический подход в анализе многолетних данных метеорологических и актинометрических наблюдений (Герасимов, 1978). В 1978 году на базе Обсерватории была создана лаборатория по изучению атмосферы и морской поверхности методами активной и пассивной локации. Для исследований использовались метеорологические радиолокаторы РЛС «Тесла» и РЛС «Наяда».



Рис. 5. Загородников Александр Андреевич (Фотоархив КНИГО)

Экспериментальный комплекс лаборатории использовался для обеспечения испытаний на морском и авиационном полигонах Феодосийского региона.

При выполнении исследовательских работ методом локации были обнаружены принципиально новые закономерности в распространении ветровых волн, на основе чего были предложены мероприятия по защите береговых и морских сооружений. Исследования в данной области позволили профессору А.А. Загородникову объяснить появление очень высоких волн в океанах, а также сформулировать предложения по повышению эффективности несения службы военно-морских сил. Результаты научной деятельности Загородникова Александра Андреевича были опубликованы в престижных журналах, ученый неоднократно делал научные доклады на Всесоюзных конференциях.

С 1986 года актинометрическая обсерватория переведена в ранг Карадагской полевой экспериментальной базы (КПЭБ) в составе ГГО. Загородников Александр Андреевич являлся не только ученым, но и хорошим хозяйственником.

Везде и во всем ему помогал молодой, но инициативный и энергичный заместитель по хозяйственной части – Бондарчук Сергей Васильевич (рис. 6). Благодаря чуткому руководству Александра Андреевича и исполнительности Сергея Бондарчука, производственные площади увеличились в четыре раза, улучшились бытовые условия проживания сотрудников. Ветеранам труда были выполнены капитальные ремонты квартир – невиданная до тех пор «роскошь». Была решена транспортная проблема – приобретены грузовые и легковые автомобили, автобус.

Данный период отмечен тем, что в обсерваторию начали заезжать молодые специалисты разных направлений метеорологии. Александр Андреевич – полковник в отставке – оставался всегда равным в общении с подчиненными.



Рис.6. Бондарчук Сергей Васильевич (Фотоархив КНИГО)

1987–1988 годы. Маевский Валерий Юрьевич. Маевский Валерий Юрьевич прибыл в Карадаг из Сибири. Он являлся профессиональным строителем с большим стажем работы, имел правительственные награды, что было на тот момент немаловажно для Обсерватории.

За время руководства Обсерваторией (тогда в статусе Карадагской полевой экспериментальной базы) им были проведены работы по капитальному ремонту служебных помещений. Благодаря четкой организации научной и производственной деятельности руководства, все плановые экспедиции были проведены успешно. Маевский Валерий Юрьевич (рис. 7) отличался душевным характером и чутким отношением к людям. По прошествии многих лет сотрудники вспоминают Валерия Юрьевича добрым словом.

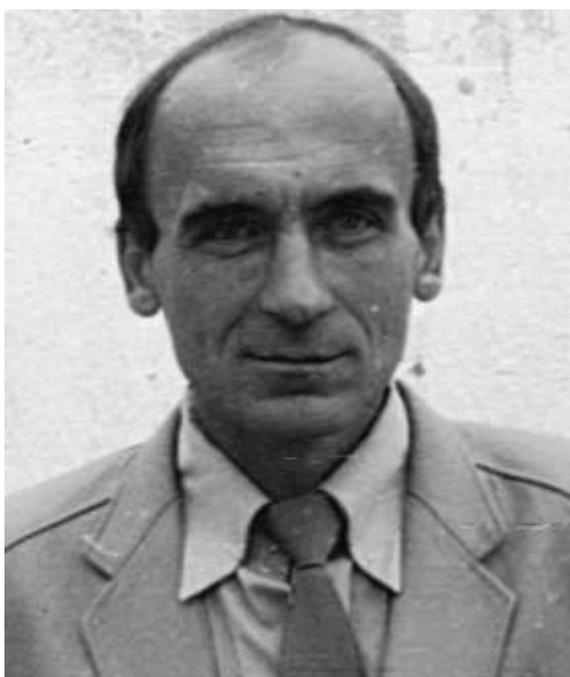


Рис. 7. Маевский Валерий Юрьевич (Фотоархив КНИГО)

1988–1994 годы. Потемкин Виталий Александрович. На долю Потемкина Виталия Александровича, начальника Карадагской полевой экспериментальной базы, выпало руководство станцией в непростые времена: перестроечный период, распад СССР и разрыв многолетних связей с головной организацией. Несмотря на все трудности, база продолжала принимать экспедиции из Ленинграда и Киева, оставаясь юридическим лицом. Наблюдения за метеоэлементами не только не сократились, но и расширились. В 1988 году был установлен и введен в эксплуатацию плювиограф. А с 1989 года был организован сбор проб атмосферных осадков и начаты химические исследования их на кислотность, результаты которых вносились в метеорологические ежегодники. Виталий Александрович (рис. 8) серьезно подошел к реконструкции метеорологической площадки, установка приборов была выполнена согласно международных стандартов, что дало возможность реорганизовать КПЭБ в Карадагскую гидрометеорологическую обсерваторию (КГМО). Обсерватория до 1992 года находилась в подчинении ГГО, позже раздел метеорологии перешел в подчинение Крымскому региональному центру по гидрометеорологии, а раздел актинометрии в подчинение Центральной геофизической обсерватории (ЦГО) города Киева.



Рис. 8. Потемкин Виталий Александрович (Фотоархив КНИГО)

Потемкин В.А. уделял много внимания населению Курортного и отдавал все силы благоустройству родного поселка. Под его руководством было произведено обширное озеленение прилегающих к Обсерватории территорий, построен бассейн с фонтаном, установлены фонари для освещения производственных площадей. Виталий Александрович заботился не только о работе и благоустройстве, но и о досуге сотрудников. В 1992 году под его руководством было организовано празднование 60-летия Обсерватории с приглашением семей работников, пенсионеров, ветеранов и гостей из соседних организаций. Это празднование положило начало традиции собирать ветеранов каждые пять лет.

1994–1995 годы. Гасников Сергей Васильевич. В период руководства обсерваторией Гасниковым Сергеем Васильевичем была проведена работа, связанная с изменением статуса обсерватории. С июня 1995 года КГМО 2 разряда была реорганизована в Карадагскую научно-исследовательскую геофизическую обсерваторию (КНИГО), в ранге которой остается до настоящего времени. В этом же

году она была выведена из подчинения Крымскому региональному центру по гидрометеорологии и перешла в подчинение непосредственно Госкомгидромету Украины, в ранге котором оставалась до событий 2014 года. Обсерватория была независимым юридическим лицом, имея свою печать и свой счет в банке, что дополнительно накладывало ответственность на директора Обсерватории.

По личной инициативе Сергея Васильевича (рис. 9) и за счет собственных средств в КНИГО началась автоматизация процесса обработки метеорологических, актинометрических и озонметрических наблюдений, а также была начата работа по созданию архива на магнитных носителях. На сегодняшний день созданная Сергеем Васильевичем Гасниковым программа обработки срочных наблюдений не имеет аналогов в актинометрической сети Росгидромета.

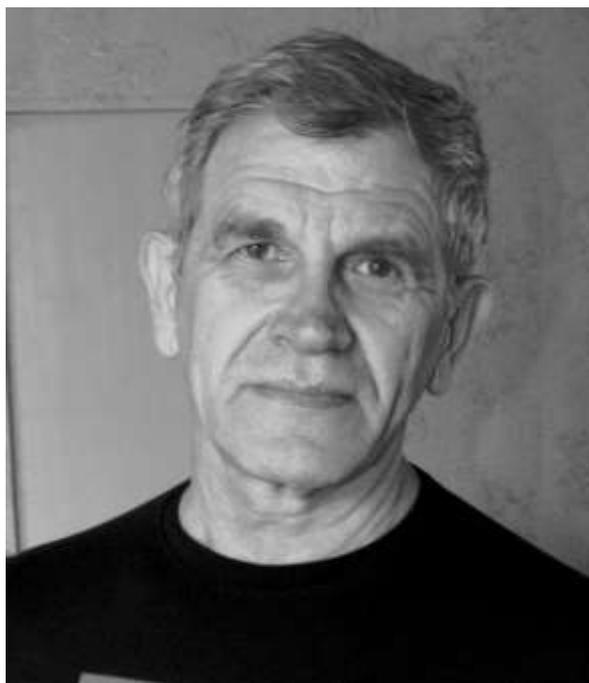


Рис. 9. Гасников Сергей Васильевич (Фотоархив КНИГО)

Высококвалифицированный специалист, интеллигентный и эрудированный человек, опытный компьютерщик, обходительный и верный друг – вот далеко не полный портрет Сергея Васильевича.

1995–2012 годы. Гуцин Геннадий Константинович. Начало руководства Обсерваторией Геннадием Константиновичем Гуциным было связано с практически полным прекращением финансирования хозяйственной деятельности. Однако директор сумел изыскать средства на оплату транспорта, коммунальных услуг, приобретение топлива, и даже проведения ремонтных работ.

С 1995 года начали налаживаться новые связи с организациями Крыма и стран СНГ. Под руководством Гуцина Г.К. расширился цикл работ совместно с медицинскими работниками Крыма о влиянии климата и ультрафиолетовой радиации на здоровье населения. В период с 1998 по 2001 год Геннадий Константинович налаживает экспедиционные работы, а это: участие в научном рейсе НИС «Горизонт»; участие совместно с Азербайджаном, Турцией и Радиоастрономическим институтом НАН Украины в исследовании озонового слоя атмосферы Черноморско-Каспийском регионе; а также участие вместе с Международным научно-учебным центром ЮНЕСКО информационных технологий и систем в формировании актинометрических и озонметрических данных в рамках Национальной программы информатизации Украины.

Геннадий Константинович (рис. 10) признан в международном научном мире. Им выполнено единственное в мире обобщение результатов судовых озонметрических измерений, и составление на их основе карт сезонных распределений общего содержания озона (ОСО) над океанами. Параллельно он продолжал, начатые исследования Д.Л. Грищенко, и им была выведена эмпирическая формула закономерностей отражения солнечной радиации от взволнованной морской поверхности.



Рис. 10. Гуцин Геннадий Константинович (Фотоархив КНИГО)

Гуцин Г.К. кандидат географических наук с 1979 года и с 1995 года член-корреспондент Крымской Академии Наук.

С 2012 года и по настоящее время. Глибин Юрий Витальевич. С конца 2012 года директор КНИГО – Глибин Юрий Витальевич. На примере одной организации можно наблюдать закономерность, что смена руководства происходит чаще всего на пике политической ситуации в стране. Истощение государственного бюджета, сокращение финансирования и как следствие текучесть кадров – вот то бремя, что легло на плечи Юрия Витальевича на посту директора КНИГО.

Ю.В. Глибин (рис. 11), целеустремленный и скрупулезный в работе, сумел организовать работу в Обсерватории и поднять ее на более высокий уровень. Так с 2013 года в составе штата добавилась единица гидрометеонаблюдателя и был открыт новый морской пост с полной программой наблюдений за состоянием морской воды. Пост расположен на пирсе № 207 Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского – Природного заповедника РАН. Под руководством директора работы по оборудованию морского поста (Гуральник и др., 1982) и обучению молодого специалиста прошли идеально и в сжатые сроки. Под руководством Ю.В. Глибина за короткий период обеспеченность КНИГО приборами увеличилась на 20%.

На расстоянии более 10 тысяч километров от КНИГО, на другом полюсе Земли в Антарктиде стоит указатель с направлением на Карадаг (рис. 12). На станции имени академика Вернадского провел несколько зимовок (зимовки пяти антарктических экспедиций) Юрий Витальевич Глибин. В 35-ой советско-антарктической экспедиции (1990-1991 гг.), работая на метеорологическом радиолокаторе МРЛ, Юрий Витальевич обеспечивал синоптическое бюро локационной обстановки по облачности и атмосферным фронтам.



Рис. 11. Глибин Юрий Витальевич (Фотоархив КНИГО)

В течение зимовки проводил исследования дрейфа айсбергов в районе станции. В конце этой зимовки с помощью РЛС МРЛ на аэродроме ст. «Молодежная» «вслепую» посадил самолет ИЛ-76 после прохождения точки «невозврата». Антарктида – это место, где мужество и выносливость сочетаются с высоким профессионализмом и крепкой дружбой. Именно такие качества присущи Ю.В. Глибину. Огромный опыт работы, приобретенный в экспедициях, Юрий Витальевич привносит в работу Обсерватории.

Спектр его профессиональных знаний очень широк; он в свое время подолгу занимался исследованиями в области радиолокации, метеорологии, гидрологии и озонотрии. При непосредственном участии Ю.В. Глибина в 80-х годах 20 века проводились разработки профессора А.А. Загородникова, а позже в 90-х он совместно с Г.К. Гуциным занимался озонотрическими исследованиями. Еще одно качество Юрия Витальевича – он непринужденно и доступно читает лекции, делится знаниями с молодыми специалистами.



Рис. 12. Столб с указателями расстояний (Антарктида) (Национальный фотоархив)

За период руководством КНИГО Юрий Витальевич восстановил и развил научное направление деятельности Обсерватории. 2017 год для Карадага ознаменован тем, что Обсерватории доверили методический контроль актинометрической сети Крыма.

На сегодняшний день КНИГО входит в состав Федерального государственного бюджетного учреждения «Крымское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (ФГБУ «Крымское УГМС»), которое подчиняется Росгидромету. Раздел актинометрических наблюдений, как было у истоков станции, курирует Главная геофизическая обсерватория им. Воейкова.

В последние годы параллельно с научной деятельностью в КНИГО бурно ведутся ремонтно-строительные работы: подготовлен к демонтажу старый озонметрический павильон для дальнейшей постройки нового модульного корпуса; проведена замена крыши, окон и отопительной системы в административном корпусе. Огромная заслуга в этом В.П. Шорохова (рис. 13) заместителя директора КНИГО. Виктор Павлович – полковник в отставке, человек с волевым характером, энергичный и выносливый. В непростой период для Крыма, когда происходит смена законодательной базы и ситуация накалена, он возглавил штаб по «Гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям».

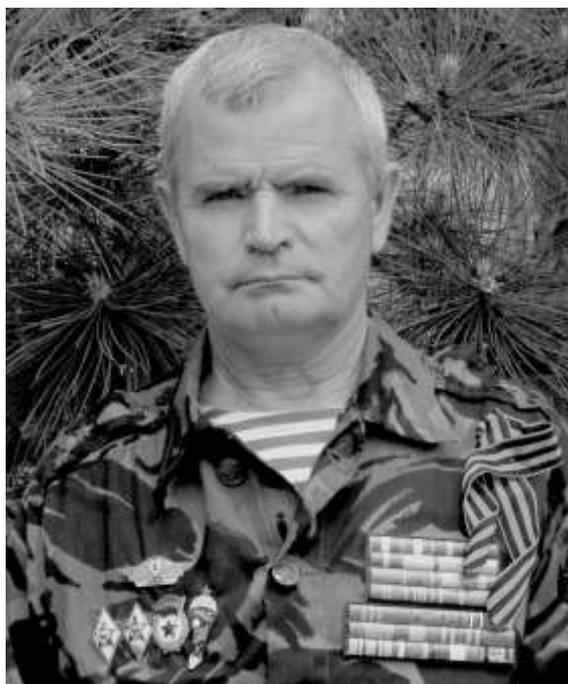


Рис. 13. Шорохов Виктор Павлович

Несмотря на занимаемую должность, Виктор Павлович организует и сам лично принимает активное участие в работах по благоустройству территории Обсерватории. Шорохов В.П. трепетно относится к пенсионерам и ветеранам КНИГО (рис. 14), за что последние в свою очередь отвечают ему любовью и уважением.

Заключение

Вклад руководителей КНИГО в региональную и мировую науку:

1. Карадаг – стартовая база актинометрической мировой сети. Первое в мире печатное издание по актинометрии. Впервые в мире был построен прибор для определения прозрачности естественных вод (Калитин Н.Н.).



Рис. 14. Коллектив КНИГО (фото автора)

2. Приобретение эталонного прибора и организация поверок рабочих приборов для сети юга России, Кавказа и Украины (И.Н. Ярославцев).

3. Методы измерения солнечного и земного излучения в условиях атмосферы. Методические указания по определению характеристик прозрачности атмосферы. Карадаг – лучшая станция актинометрической сети СССР (С.И. Сивков).

4. Методика морских актинометрических наблюдений, основные положения которой вошли в «Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Актинометрические наблюдения». (Д.Л. Грищенко).

5. Разработка структуры судовых систем безопасного плавания в экстремальных штормовых условиях (А.А. Загородников).

6. Автоматизация процесса обработки метеорологических, актинометрических и озонметрических наблюдений (С.В. Гасников).

7. Единственное в мире обобщение результатов судовых озонметрических измерений, и составление на их основе карт сезонных распределений ОСО над океанами (Г.К. Гуцин).

8. Анализ фазовой и групповой скоростей ветровых волн в зависимости от глубины моря (А.А. Загородников, Ю.В. Глибин).

9. Метеорологические, озонметрические и радиолокационные исследования. (Ю.В. Глибин).

Список литературы

1. Герасимов И.П. Методологические проблемы экологизации современной науки // Вопросы философии. 1978. № 11. – С. 12–29.
2. Гуральник И.И., Дубинский Г.П., Ларин В.В., Мамиконова С.В. Метеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 440 с.
3. Калитин Н.Н. Актинометрия. – Л.: Гидрометеорологическое из-во. 1938. – 324 с.
4. Кондратьев К.Я. Актинометрия. – Л.: Гидрометеиздат, 1965. – 690 с.
5. Очерки по истории Гидрометеорологической службы России / Бедрицкий А.И., Богданов К.Т., Борисенков Е.П. и др. – СПб., 1999. – Т.2. – С. 232.
6. Сергей Иванович Сивков (1901–1981) // Метеорология и гидрология. – 1982. – №3. – С.128.
7. Фотоархив КНИГО (1932–12017 гг).

8. Национальный фотоархив. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://geophoto.ru>

THE BIG WAY: 85 YEARS OF THE KARADAG RESEARCH GEOPHYSICAL OBSERVATORY

Frolova T.A.

FGBU "Krimskoe UGMS" Karadag scientific research geophysical observatory, Feodosia,, Russian Federation, e-mail: meteo.knigo@gmail.com

Summed up the work Karadag Observatory for 85 years. Collected material about the stages of development of the Observatory and the contribution of each of the leaders in the story of how the organization and world science in General. Using materials from archives and the results of a survey of veterans of the Karadag research geophysical Observatory, an attempt was made to characterize leaders by their contribution to science, society and personal human qualities.

Key words: Permanent Commission solar radiation; calculation of solar radiation characteristics; Karadag actinometric Observatory; ozonometry; radar; excellence in the Hydrometeorological service

Поступила в редакцию 27.11.2017 г.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Баранов Петр Николаевич	Доктор геолого-минералогических наук, профессор, профессор кафедры экологии моря, ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет». baranov_pn@bk.ru
Дворецкий Александр Геннадьевич	Кандидат биологических наук, заведующий лабораторией зообентоса, ФГБУН Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН. dvoretskiya@mmbi.info
Дворецкий Владимир Геннадьевич	Кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН.
Ибрагимова Эвелина Энверовна	Кандидат биологических наук, заведующая кафедрой биологии, экологии и безопасности жизнедеятельности Государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Республики Крым «Крымский инженерно-педагогический университет». csepu@mail.ru
Ошкадер Анна Валериевна	Ассистент кафедры экологии моря; ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет» e-mail: anna_oshkader@mail.ru
Петлюкова Екатерина Александровна	Аспирант 2-го года обучения, старший лаборант кафедры физической географии, океанологии и ландшафтоведения географического факультета Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского». petlukova@mail.ru
Сирота Елена Николаевна	Техник-метеоролог 1 категории отдела гидрометеорологических наблюдений, Карадагская научно-исследовательская геофизическая обсерватория, ФГБУ «Крымское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». meteo.knigo@gmail.com
Табунщик Владимир Александрович	Аспирант 2-го года обучения, старший лаборант кафедры физической географии, океанологии и ландшафтоведения географического факультета Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского». tabunshchuk@ya.ru
Фролова Татьяна Анатольевна	Начальник отдела гидрометеорологических наблюдений, Карадагская научно-исследовательская геофизическая обсерватория, ФГБУ «Крымское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». meteo.knigo@gmail.com
Хитрин Максим Олегович	Программист ФГАОУ ВО «Южно Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», НОЦ «Геоинформационные системы». hitrymax@gmail.com
Хребтова Татьяна Витальевна	Кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры экологии моря; ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет». tkhrebtova@mail.ru
Чекалов Валерий Павлович	Младший научный сотрудник, ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН». valch@mail.ru
Щербина Андрей Дмитриевич	Заместитель начальника Управления Российской Академии Наук по взаимодействию с научными организациями Республики Крым и города федерального значения Севастополя, доктор сельскохозяйственных наук, aas175740@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«КАРАДАГСКАЯ НАУЧНАЯ СТАНЦИЯ им. Т.И.ВЯЗЕМСКОГО –
ПРИРОДНЫЙ ЗАПОВЕДНИК РАН»

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

Основан в мае 2016 г.

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

Научное издание

Свидетельство о регистрации средства массовой информации
Сер. ПИ № ФС77-65710 от 13 мая 2016 г.

Утверждено к печати Учёным советом
федерального государственного бюджетного учреждения науки «Карадагская
научная станция им. Т.И.Вяземского – природный заповедник РАН»
(протокол № 4 от 08 июня 2018 г.)

Главный редактор: *Р. В. Горбунов*
Заместитель главного редактора: *Н. С. Костенко*
Ответственный редактор: *В. И. Мальцев*
Технические редакторы: *Т. Ю. Горбунова, Л. В. Знаменская*

Формат 60x84/8. Усл. печ. л. 10,5. Тираж 500 экз.

Отпечатано с оригинал-макета в типографии ИП Бражникова Д.А.
" 295053, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Оленчука, 63,
тел. +7 978 71 72 902, e-mail: braznikov@mail.ru