

**СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА МАКРОФИТОБЕНТОСА
ЭСТУАРИЯ РЕКИ СУХОДОЛ (УССУРИЙСКИЙ ЗАЛИВ,
ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО)**

И.С. Гусарова, Н.В. Колпаков, А.В. Ольховик

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр), пер. Шевченко 4, Владивосток, 690091, Россия.

E-mail: Artur-o-k@yandex.ru

Приведены данные о начале возобновления зарослей макрофитобентоса после таянья льда и сезонной динамике растительности в эстуарии р. Суходол в 2010 г. Флора состоит из 26 видов водорослей и 2 видов трав. Сообществообразующих видов четыре. Минимальные значения суммарной фитомассы (0,5–1,1 т) наблюдались в мае и в конце сентября, максимальные (10,2 т) – в августе.

**SEASONAL DYNAMICS OF MACROPHYTOBENTHOS
IN THE ESTUARY OF SUKHODOL RIVER
(USSURY BAY, PETER THE GREAT BAY)**

I.S. Gusarova, N.V. Kolpakov, A.V. Ol'khovik

Pacific Scientific Research Fisheries Centre (TINRO-Centre), 4 Shevchenko Lane, Vladivostok, 690091, Russia. E-mail: Artur-o-k@yandex.ru

The data about the beginning of macrophytobenthos thickets renewal after floating ice and seasonal dynamics of vegetation in the estuary of Sukhodol River, 2010 are presented. The flora consists of 26 algae and 2 seagrass species. There are four community-forming species in the estuary. The minimum values of total phytomass (0,5–1,1 t) were observed in May and in the end of September, the maximum ones (10,2 t) were marked in August.

Донная растительность рек вносит весомый (иногда основной) вклад в поступление первичной продукции и формирование гумусовых отложений. Макрофитобентос эстуариев рек Приморья исследован слабо, так как сведения о нем ограничиваются в литературе указанием 5 видов гидрофитов и 3 видов водорослей без обсуждения функционирования поселений (Медведева, 1990; Медведева, Семенченко, 2003; Астахов, Надточий, 2005). В настоящей работе приводятся результаты исследования восстановления зарослей водорослей и трав после освобождения вод от ледового покрова, а также сезонные изменения в характере распределения растительности и количественного соотношения доминирующих видов в эстуарии р. Суходол.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Информация по составу, структуре и запасам растительности в эстуарии собрана с апреля по октябрь на станциях, расположенных от уреза воды до глубины исчезновения водорослей и трав (1,0–1,5 м). На каждой станции определяли

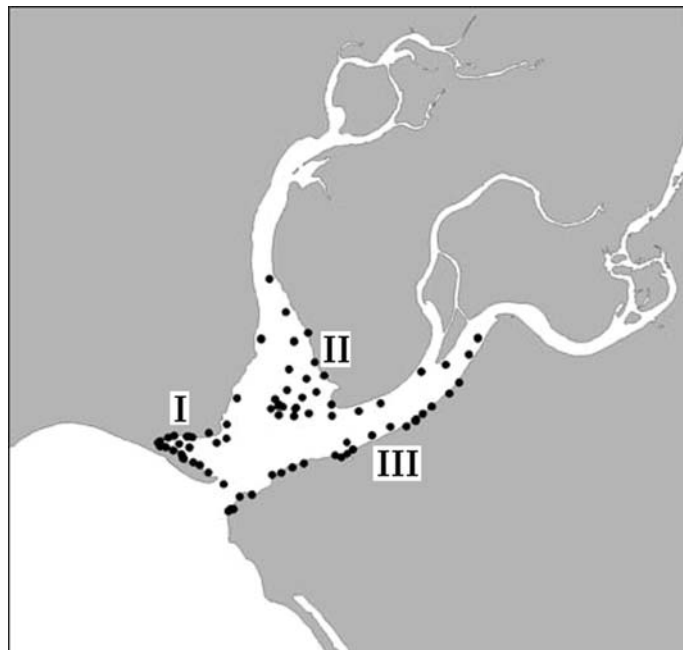


Рис. 1. Схема расположения альгологических станций (●) в районах эстуария р. Суходол в 2010 г.

общее проективное покрытие дна всеми видами (ОПП) и проективное покрытие каждым видом (ПП), проводили учет видового состава и отбирали количественные пробы с площади 0,25 м² с последующим пересчетом на 1 м². Одновременно определяли температуру воды. Выполнен объезд на лодке зарослей и оконтуривание поселений с помощью GPS-приемника. Всего выполнено 230 станций, отобрано 150 количественных проб (рис. 1).

Для обнаружения ранних стадий развития водорослей и трав весной собирали камни, мягкий грунт и остатки отмерших

растений. Затем в лаборатории с камней с помощью бритвенного лезвия счищали налет и рассматривали под микроскопом «Laboval 4» при увеличении $\times 160$ и $\times 640$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Река Суходол имеет длину 49,7 км при максимальной ширине на приустьевом участке 100 м, протяженность эстуария около 2 км. Максимальная глубина 6 м. Прозрачность воды по диску Секки во время межени достигает 1,5 м, в период паводков не превышает 0,5 м. Ледоход наблюдается обычно в конце марта–начале апреля. Ледостав происходит во второй половине ноября. Толщина ледового покрова 0,5–1,0 м. Соленость в течение года изменяется от 0,6 до 28,1 ‰. Грунты представлены мелкими фракциями – ил, илистый песок с включениями камней и гравия. Для удобства анализа растительности и флоры, эстуарий реки разделен на 3 района: I – лагуна в юго-западной части (далее «лагуна»), II – центр эстуария (далее «остров») и III – здесь и далее «левый берег» (рис. 1).

В эстуарии обитают эврибионтные виды, которые приспособились к нестабильным условиям среды, т.е. к переменам солености, температуры и прозрачности. Обнаружены виды морского и пресноводного происхождения. Флора состо-

ит из 26 видов водорослей (Chlorophyta – 12 видов, Rhodophyta – 14 видов) и 2 видов трав. Повсеместно распространены и формируют заросли 2 вида зеленых водорослей (*Enteromorpha prolifera* и *Cladophora glomerata*) и 2 вида трав (*Zostera japonica* и *Ruppia maritima*) (Гусарова и др., 2008; 2009б).

Рассмотрим последовательность восстановления поселений растительности после зимнего ледостава, когда вода в реке в зоне обитания водорослей и трав промерзает почти до дна. Первые признаки начала ростовых процессов в эстуарии реки проявились к 1 апреля, при переходе температуры воды через 0 °С. Это выразилось в формировании на камнях налета из проростков размером до 0,1 мм зеленых водорослей *E. prolifera*, *C. glomerata*, *Ulothrix implexa*, *Spongomorpha duriuscula* и красной водоросли *Stylonema alsidii*. В толще ила были обнаружены семена многолетних трав *Z. japonica* и *R. maritima* без признаков прорастания. Для оценки процесса формирования слоевищ, проростки энтероморфы и кладофоры подращивались в лаборатории в условиях, близких к естественным (Ольховик, 2010). При тщательном рассмотрении проростков, собранных в естественных условиях и подращенных в лаборатории, установлено, что нарастание молодых растений кладофоры происходит из клеток старых слоевищ прошлого года вегетации. Скорость роста слоевищ на ранних стадиях составляет от 1 до 4 мм в сутки (рис. 2). Энтероморфа прорастает из спор и последовательно формируется из однорядной нити в трубочку. Темп роста составляет от 1 до 3 мм в сутки (рис. 3).

В течение апреля продолжается рост водорослей при постепенном увеличе-

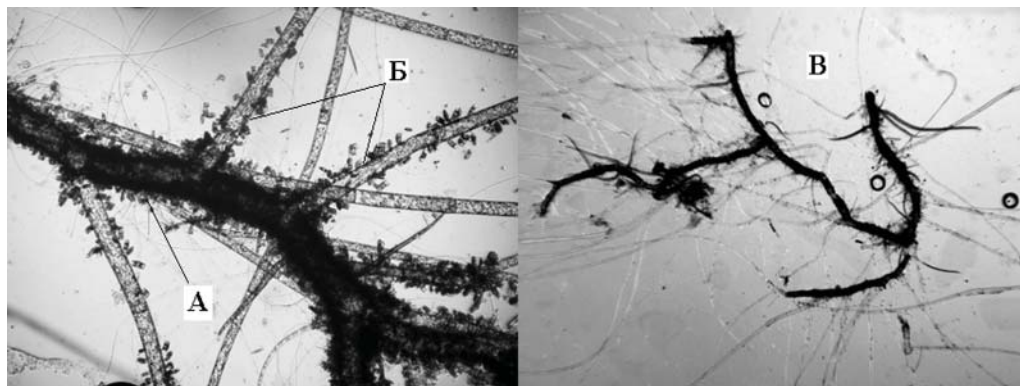


Рис. 2. Кладофора, прорастающая из старого слоевища.

А – фрагмент старого слоевища, обильно покрытый диатомовыми водорослями,
Б – прорастающее молодое слоевище, В – общий вид.

нии температуры воды до 4,2–4,6 °С к концу месяца.

В мае растительность слабо выражена и представлена молодыми растениями *E. prolifera* и *C. glomerata*. В конце мая при температуре 9–14 °С наблюдается начало прорастания семян руппии. По частоте встречаемости и биомассе преобладает *E. prolifera*, которая формирует монодоминантное сообщество, расположенное у острова, в лагуне и вдоль левого берега, т.е. во всех трех районах. Водоросль растет пятнами площадью 0,5–1,0 м² и небольшими поясами шириной от 0,2 до 2,0 м, протяженностью 20–30 м при ОПП не более 10 %, на пятне ПП выше – от

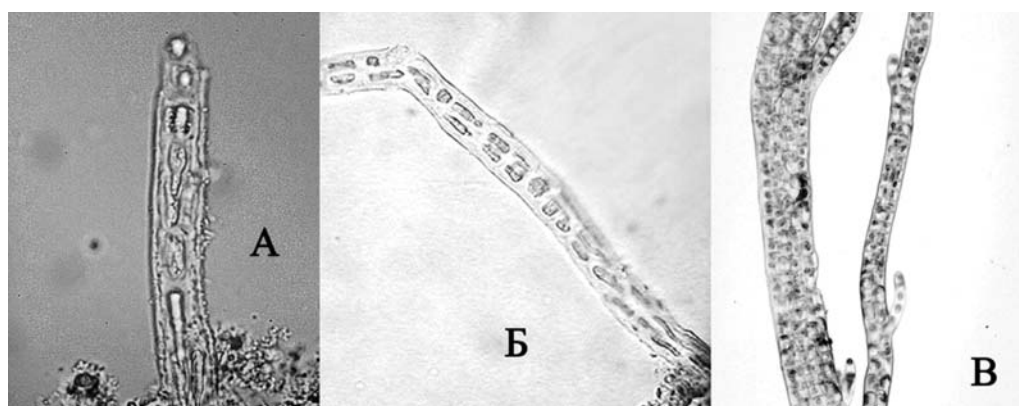


Рис. 3. Стадии формирования таллома энтероморфы.

А – однорядная нить, Б – двурядная нить, В – многорядная трубочка.

50 до 60 %. Биомассы низкие, изменяются в зависимости от размеров растений и ПП от 2 до 100 г/м².

Разреженные смешанные заросли *E. prolifera* и *C. glomerata* обнаружены в лагуне (район I). Располагаются пятнами площадью 1–2 м² при ОПП 5 %, на пятне ПП увеличивается до 30–50 %. Биомасса первого вида изменяется от 20 до 110 г/м² (средняя 47 г/м²), второго – от 5 до 90 г/м² (34 г/м²). Общая фитомасса зеленых водорослей определена в объеме 1,25 т (рис. 4, 5).

В июле при температуре воды 15,4–24,4 °С облик растительности изменяется, так как в зарослях появляются травы. Формируется полидоминантное сообщество *Enteromorpha prolifera* + *Cladophora glomerata* + *Zostera japonica* + *Ruppia maritima*, характерное для лагуны и острова (рис. 4). Сложение мозаичное, иногда диффузное, поселение расположено равномерными пятнами площадью от 3 до 10 м², ОПП 30–50 % при ПП на пятне 60–90 %. Биомасса энтероморфы составляет 80–260 г/м² (средняя 140 г/м²), кладофоры 70–180 г/м² (120 г/м²), руппии 5–110 г/м² (40 г/м²) и zostеры 10–180 г/м² (90 г/м²). Наблюдается начало формирования матов кладофоры, которые отрываются от грунта и поднимаются на поверхность. В составе матов встречаются слоевища энтероморфы, а также редкие листья zostеры и руппии.

В монодоминантном сообществе *Enteromorpha prolifera* биомасса возросла до 100–140 г/м². В смешанных зарослях энтероморфы и кладофоры максимальная биомасса повысилась до 240 и 130 г/м², соответственно. Суммарный запас растительности, по сравнению с маем, увеличился более чем в 5 раз и достиг 6,78 т.

В первой декаде августа при температуре воды от 19,1 до 25,5 °С сохраняется июльский аспект растительности. Водоросли и травы достигают максимального развития, площади поселения и проективное покрытие увеличиваются на 10–20 %. Особенно заметно возрастает роль трав, суммарная фитомасса которых увеличивается по сравнению с июлем в 2–3 раза (рис. 5). Биомасса zostеры изменяется от 200 до 450 г/м², а рупии – от 120 до 310 г/м². В поселениях энтероморфы наблюдается смена поколений, сохраняются старые и появляются молодые растения. При этом биомасса возрастает до 400–500 г/м². Наблюдаются хорошо выраженные маты, которые представляют собой сообщество плавающих растений, сформированное в основном кладофорой, которая переплетается со слоевищами *E. prolifera*

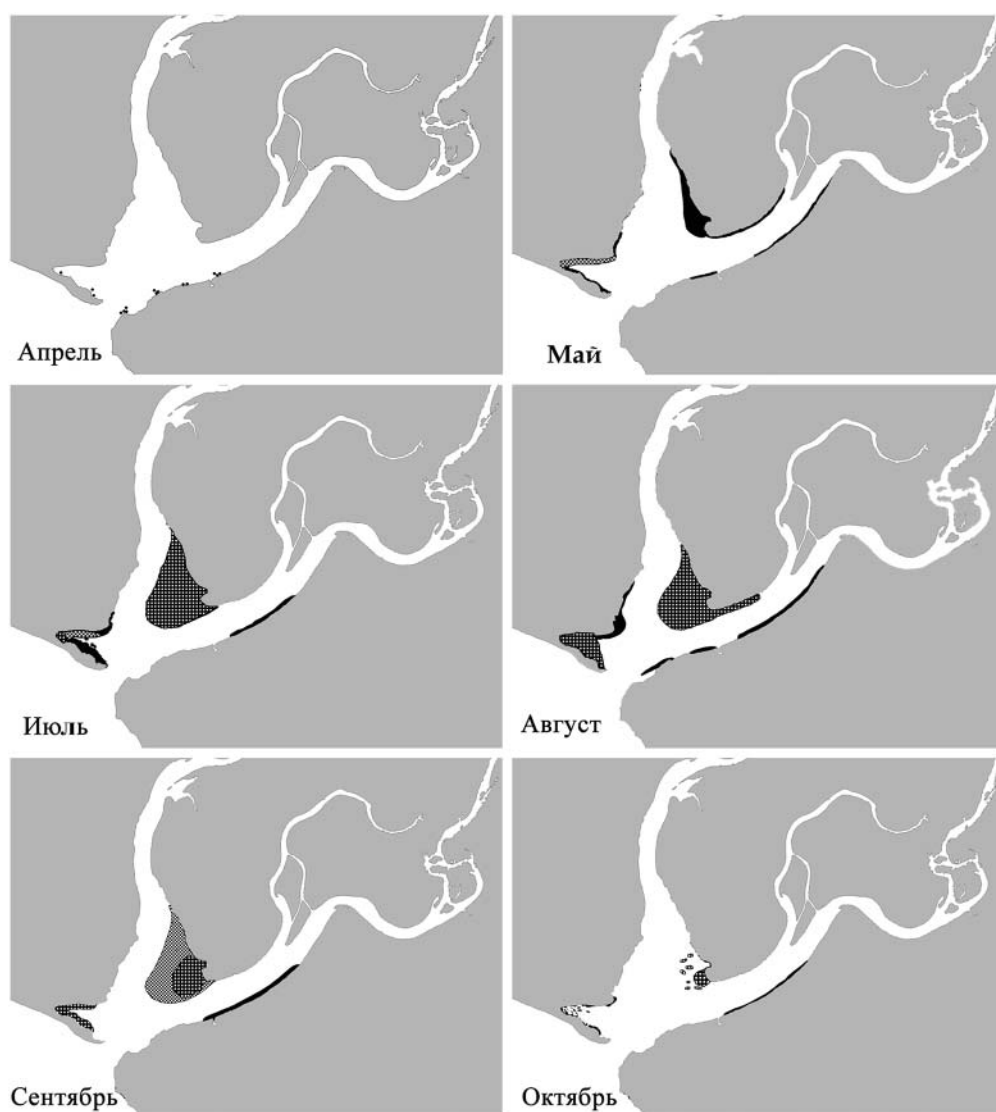


Рис. 4. Карта-схема распределения растительности в эстуарии р. Суходол.

■ *Enteromorpha prolifera*; ■ *Enteromorpha prolifera* + *Cladophora glomerata*;
 ■ *Cladophora glomerata* + *Enteromorpha prolifera* + *Zostera japonica* + *Ruppia maritima*

и *E. flexuosa*. В этой тине встречаются обрывки или целые растения *Erythrothrichia carnea*, *Polysiphonia japonica* и др. Эта растительная масса располагалась пятнами, площадью от 0,7 до 9,0 м² в лагуне и от 0,3 до 4,0 м² у острова при биомассе 60–450 г/м².

Наличие матов создает сложную картину растительности, которая возможна в условиях, характерных для эстуариев с двухслойной структурой вод (Зуенко, 2008): в придонном слое залегают более тяжелые соленые воды, а поверхностный слой формируется сильно опресненными водами. Максимальная разница в солености воды на поверхности и у дна в исследованных районах эстуария достигала

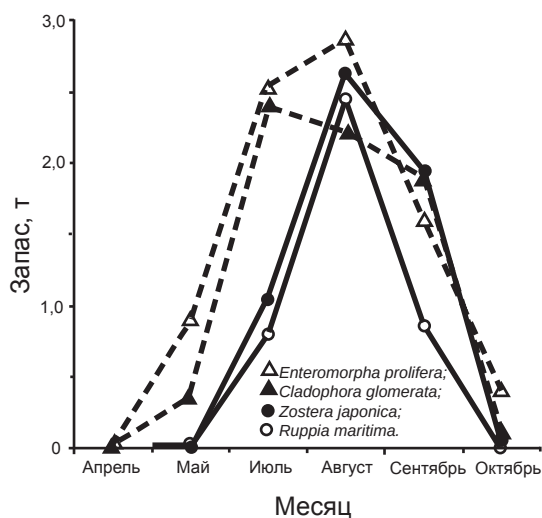


Рис. 5. Изменение запасов доминирующих видов водорослей и трав по месяцам в эстуарии р. Суходол в 2010 г.

кладофора, но сохранилась как сопутствующий вид. Сообществообразующие виды характеризовались следующими максимальными биомассами: zostera – 240 г/м², руппия – 198 г/м², энтероморфа – 390 г/м², кладофора (у острова) – 220 г/м².

Сокращение морфометрических показателей поселений связано, прежде всего, с окончанием роста, наступлением периода размножения у трав и постепенным разрушением растений в связи с окончанием периода их вегетации. Суммарная фитомасса сохранилась на уровне 6,3 т.

В конце сентября–начале октября произошло резкое снижение общей фитомассы до 0,5 т. При этом полностью исчезла руппия, остальные растения располагались в трех районах небольшими пятнами площадью от 0,5 до 10,0 м², при ОПП 10 % и биомассе 30–80 г/м². Только на пятнах энтероморфы в кутовой части лагуны, при ПП 30–40 %, биомасса достигала 100–110 г/м². У острова, на редких пятнах кладофоры и zostеры, площадью 0,5 м², биомасса достигала 10–20 г/м². Такое резкое сокращение зарослей и площадей, по-видимому, связано с тем, что в период высокой воды в реке в сентябре часть урожая была вынесена в море, а другая часть штормами сорвана и выброшена на берег. При этом в центре эстуария в зоне седиментационной ловушки было обнаружено более 8 т выбросов водорослей и трав с преобладанием кладофоры (рис. 6).

Анализ характера распределения растительности, объем суммарной фитомассы и ее изменения по сезонам свидетельствуют о том, что в 2010 г. условия для развития водорослей и трав в эстуарии р. Суходол были неблагоприятными по сравнению с предыдущими годами (Гусарова и др., 2008; 2009б). Это выразилось, прежде всего, в сокращении суммарной фитомассы в оптимальный для развития растений весенне-летний период в 4,5–7 раз по сравнению с показателями за это же время в 2009 г. (Гусарова и др., 2009а).

10–20 ‰. Высокий вертикальный градиент солености расслаивает растительность: на дне растут водоросли и травы, на поверхности и в толще воды – преимущественно пресноводная кладофора. Максимальное развитие всех видов обеспечило высокую суммарную фитомассу в объеме 10,2 т.

В первой декаде сентября при температуре 18,7–23,7 °С наблюдалось сокращение биомассы и ОПП дна водорослями в среднем на 15–20 %, а занятых площадей на 10 %. Выраженных структурных изменений в сообществах не произошло. Только из состава доминантов сообщества *Enteromorpha prolifera* + *Cladophora glomerata* + *Zostera japonica* + *Ruppia maritima* исчезла



Рис. 6. Выбросы кладофоры в эстуарии р. Суходол, сентябрь 2010 г.

Неблагоприятные условия начали складываться ранней весной, так как освобождение реки от ледового покрова и соответствующее повышение температуры воды произошло позже обычного и вызвало задержку ростовых процессов на 2 недели, с последующим влиянием на развитие макрофитобентоса в целом.

В течение всего теплого периода наблюдалось частое

повышение уровня воды, преимущественно во время штормов и паводков, с перераспределением мягких грунтов, вызывающих частичные «замывы» поселений водорослей и трав. Повышенная гидродинамика, способствовала образованию выбросов растений на берег.

Усиление влияния моря подтверждается также тем, что флора района обогатилась в 2010 г. на 6 видов водорослей морского происхождения (*Acrochaetium moniliforme*, *Grateloupia turuturu*, *Chondrus armatus*, *Chrysomenia wrightii*, *Polysiphonia morrowii*). Появились небольшие по площади (5–10 м²) поселения *Bryopsis hypnoides* и *Gracillaria verrucosa*.

ЛИТЕРАТУРА

- Астахов М.В., Надточий В.А. 2005. Сообщества корбикулы (*Corbicula japonica*) некоторых эстуарных систем южного Приморья // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 3. Владивосток: Дальнаука. С. 130–138.
- Гусарова И.С., Колпаков Н.В., Надточий В.А. 2008. Оценка биотопической роли водорослей и трав в некоторых районах залива Петра Великого // Отчет о НИР. Архив ТИНРО. № 26595. 41 с.
- Гусарова И.С., Колпаков Н.В., Надточий В.А. 2009а. Распределение растительности, макробентоса и рыб в эстуарии реки Суходол (южное Приморье) // Тез. докл. X Съезда Гидробиологического общества при РАН. Владивосток: Дальнаука. С. 111–112.
- Гусарова И.С., Колпаков Н.В., Надточий В.А. 2009б. Распределение растительности, рыб и макрозообентоса в эстуариях залива Петра Великого // Отчет о НИР. Архив ТИНРО. № 26734. 36 с.
- Зуенко Ю.И. 2008. Промысловая океанография Японского моря. Владивосток: Изд-во ТИНРО-Центра. 227 с.
- Медведева Л.А. 1990. Материалы к альгофлоре реки Серебрянка и некоторых ее притоков (Сихотэ-Алинский заповедник) // Криптогамические исследования на Дальнем Востоке. Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. С. 23–28.

- Медведева Л.А., Семенченко К.А. 2003.** Результаты альгологических исследований реки Самарга (Приморский край) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 2. Владивосток: Дальнаука. С. 242–253.
- Ольховик А.В. 2010.** Начало весеннего роста макрофитобентоса в эстуарии реки Суходол (Уссурийский залив, залив Петра Великого) // Проблемы экологии морского шельфа: материалы всеросс. науч. молодеж. конф.-школы. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та. С. 120–125.