

**ИССЛЕДОВАНИЕ *CORBICULA JAPONICA* PRIME, 1864 (BIVALVIA)
ИЗ ЭСТУАРНОЙ ЗОНЫ Р. КИЕВКА (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ)**

М.В. Астахов

*Биолого-почвенный институт ДВО РАН, пр. 100-летия Владивостока, 159,
Владивосток, 690022, Россия. E-mail: mvastakhov@mail.ru*

Связь количественных характеристик скоплений корбикулы с типом грунта является опосредованной, поскольку характер самих донных отложений определяется воздействием гидрологических факторов. На примере изучения аллометрического роста моллюсков из разных местообитаний подтверждена необходимость соблюдения условий применения регрессионного анализа.

**THE STUDY OF *CORBICULA JAPONICA* PRIME, 1864 (BIVALVIA)
FROM THE KIEVKA RIVER ESTUARINE ZONE (PRIMORYE TERRITORY)**

M.V. Astakhov

*Institute of Biology and Soil Science FEB RAS, 159 Stoletiya Vladivostoka Ave.,
Vladivostok, 690022, Russia. E-mail: mvastakhov@mail.ru*

The relationship of the *Corbicula* quantitative characteristics with the type of bottom sediments is indirect, because the nature of sediments themselves is influenced by hydrological factors. Based on the study of allometric growth of mollusks from different habitats, the necessity to follow the assumptions of application of regression analysis is confirmed.

Двустворчатый моллюск *Corbicula japonica* (Corbiculidae) входит в число наиболее известных представителей макрозообентоса эстуарных систем Дальнего Востока. Образует значительные скопления в местах своего распространения, корбикула издавна используется человеком в пищу. В народной медицине бульон из этого моллюска применяют для лечения заболеваний печени, а так же для снятия похмельного синдрома. В последние годы возрос интерес к биохимическим (Слободскова, Челомин, 2013), генетическим (Вороной и др., 2013) и гистологическим (Рыбалкина и др. 2013) исследованиям *C. japonica*. Показано, что добавление спиртового экстракта корбикулы в рецептуру фаршевых изделий приостанавливает рост бактериальных колоний, а кормовой концентрат из корбикулы способствует увеличению убойного выхода и улучшению морфологического состава свинины (Ковалев и др., 2012; Никулин и др., 2013).

Самым полным русскоязычным источником информации о корбикуле следует считать монографию С.В. Явнова и В.А. Ракова (2002), согласно которой «популяция корбикул р. Киевка в настоящее время является наиболее изученной на всем северо-восточном побережье Приморья». По данным авторов, в реке «проводились многолетние наблюдения за изменениями популяционной структуры, роста корбикулы в период с 1989 по 1997 г.». Однако в самой книге освещены лишь некоторые наблюдения 1996–1997 гг., а также частично упомянуты результаты 1991 и 1998 гг. Причем эти сведения касаются преимущественно *C. japonica* из «старого» русла. Стоит отметить, что информация о корбикуле с указанного участка р. Киевка (наиболее доступного для обследования) почти каж-

дый год бессистемно пополняется результатами учебных работ студентов биологического факультета ДВФУ, проходящих полевую практику в окрестностях бухты Киевка. Однако презентация этих данных в открытой печати «традиционно» откладывается на неопределенный срок. В качестве исключений можно назвать опубликованные итоги изысканий 1993–1998 гг., выполненных под патронажем ТИПРО-центра (Дуванская, Брегман, 1997; Кравченко, 1998; Колесник, 1998). Ещё одна работа, посвященная изучению корбикулы из старого русла в 90-е годы XX века, вышла только в 2005 г. (Раков, Опарей, 2005). Ряд публикаций, кратко осветивших результаты исследований 1996–1998 гг. (Биологические..., 1998; Кравченко, 1998; Колесник, 1998; Каратаева, 2000), до недавнего времени был фактически единственным источником информации о популяционных характеристиках корбикулы «нового» русла. В то же время известно, что в первое десятилетие XXI века было проведено несколько гидробиологических съемок этой части реки с целью изучения именно *S. japonica* (устное сообщение Д.Н. Кравченко). В силу разных причин полученные материалы остаются неопубликованными, за исключением некоторых итогов изучения нереста моллюска (Рыбалкина и др., 2013).

Настоящая работа отражает результаты автора, полученные при обследовании нового русла р. Киевка в 2001 г.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материал (живые особи *S. japonica*) был отобран в июле 2001 года в эстуарной зоне р. Киевка. Река берет начало в юго-западной части горной системы Сихотэ-Алиня. Первые 29 км р. Киевка течет в западном направлении, а оставшиеся 76 км – в юго-юго-западном. У с. Киевка река разделяется на два рукава, самостоятельно впадающие в бухту Киевка Японского моря. Главным считается правый рукав (новое русло), расстояние от его устья до устья левого рукава (старое русло) составляет около 2,5 км. Общая протяженность реки 105 км, общее падение 500 м, площадь водосбора 3120 км². В бассейне насчитывается более 30 озер; суммарная площадь их водной поверхности равна 0,78 км². Залесенность бассейна около 99%; заболоченные массивы встречаются главным образом ближе к устью. Пойма в верхней части правобережная, а после впадения р. Лазовка преимущественно двусторонняя; в устьевой части ширина поймы достигает 4,5 км. Глубина в низовьях реки составляет 0,4–5 м, а скорость течения 0,4–1,2 м/с. В русле много небольших островов. Наиболее многоводной река бывает в периоды с апреля по июнь и в сентябре–октябре (Ресурсы..., 1972).

В эстуарной зоне реки развита сеть протоков и слепых рукавов. На расстоянии 1,3–1,7 км вверх по течению от восточного приустьевого мыса правый рукав р. Киевка (место отбора материала) разделен несколькими островами на три протоки – западную (протока Черпак), среднюю и главную. Западная протока самая узкая, её ширина составляет 30–60 м; максимальная глубина – свыше 2 м. Грунт в приглубых местах – жидкий ил, на меньших глубинах – ил; ближе к морю возрастает доля песка. У островка, расположенного в уширении северной части протоки, грунт с примесью гравия. В южной части западной протоки встречается *Zostera japonica*. Средняя протока, шириной 70–110 м, сравнительно мелководна, глубина здесь редко превышает 1,5 м. Грунт – ил и илистый песок. В средней протоке обычны рдесты. Главная протока – главный фарватер правого рукава р. Киевка, ширина русла здесь от 250 м, а глубина до 5 м. Грунт – ил, у правобережья – с большей долей песчаного наполнителя.

Сбор корбикулы осуществляли водолазным методом с помощью треугольной рамки площадью 0,05 м² на участке от створа приустьевых мысов до протоки большого озера, впадающей в реку в 3,5 км к северу от восточного приустьевого мыса. Площадь обследованной акватории около 1 км². На каждой станции отбирали по три пробы. Если количество особей на станции в сумме не превышало 3 экз., считали, что на данном участке корбикула встречается единично (≤ 20 экз./м²). На основе количественных данных построили

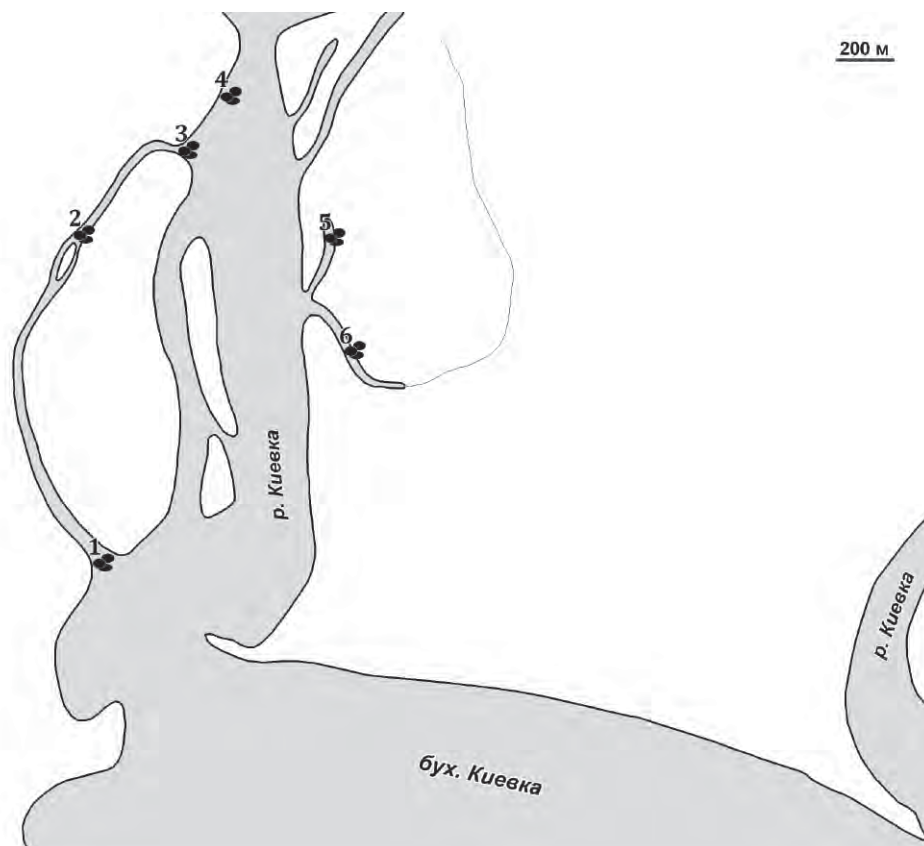


Рис. 1. Схема расположения скоплений корбикулы в районе исследования.

схему расположения скоплений корбикулы с плотностью поселения >20 экз./м² (рис. 1) и определили промысловый запас этого моллюска в новом русле (табл. 1). Для выявления различий морфологии животных из местообитаний с заметно отличающимися условиями, случайным образом отобранных моллюсков (99 особей) измеряли и взвешивали с точностью до 1 мм и 0,1 г, соответственно. Однородность полученных данных оценивали посредством коэффициента вариации, вероятность их нормального распределения – с помощью критерия Шапиро-Уилка, а возможность объединения в одну выборку – по критерию Смирнова. В случае необнаружения гетерогенности внутри выборок предполагалось аппроксимировать зависимость массы корбикулы от линейного параметра (длина раковины) степенной функцией вида $Y = aX^b$ с целью выявления на основе ковариационного анализа (Zar, 2010) локальных различий в скорости нарастания массы. Все статистические тесты проводили для уровня значимости 0,05. Обработку данных осуществляли в программах PAST 2.16, Microsoft Excel 2003 и ГИС MapInfo 7.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На большей части обследованной акватории корбикула встречается единично, чаще у правых берегов. Выявлено шесть участков, на которых плотность распределения корбикулы может представлять промысловый интерес (рис. 1; табл. 1). Все эти участки локализованы ниже места пересечения линией ЛЭП акватории р. Киевка (в 2,2 км выше створа приустьевых мысов над рекой проходит линия электропередачи; этому месту примерно соответствует верхняя граница рисунка 1).

Пространственное распределение выявленных скоплений в целом соответствует описанному для 1998 г. (Биологические..., 1998; Каратаева, 2000). Самое крупное из них

Таблица 1

Условно промысловые скопления нового русла в 2001 г.

№ Скопления	Средняя плотность, экз./м ²	Средняя биомасса, кг/м ²	Запас, т
1	1000	7	35
2	450	3,2	0,8
3	300	2,2	0,6
4	700	5	5
5	450	8,2	4
6	150	1	0,1
В целом	500	4,4	>45

расположено у выхода западной протоки (рис. 1; табл. 1, скопление № 1). В пределах этого скопления, близ правого берега преобладают особи с длиной раковины не менее 30 мм, плотность распределения которых вместе с мелкоразмерными моллюсками превышает 2500 экз./м², а биомасса достигает 17,6 кг/м². Отметим, что в настоящей работе для удобства сопоставления данных показатель биомассы приведен в соответствие с принятым в более ранних исследованиях (Биологические..., 1998; Каратаева, 2000), т. е. к виду «кг/м²».

Интересно, что в 1998 г. удельная биомасса корбикулы у выхода западной протоки была многократно ниже и не превышала 0,04 кг м². Последнее объяснялось преобладанием здесь в качестве грунта «песка с незначительной примесью ила» (Биологические..., 1998; Каратаева, 2000). По мнению Л.В. Каратаевой (2000), структура грунта является фактором, «определяющим» распределение корбикулы, а основные скопления моллюска приурочены к плотным илам. Однако, если в 1998 г. у входа в западную протоку, где преобладают плотные илы, биомасса корбикулы превышала 5,2 кг/м² (Биологические..., 1998; Каратаева, 2000), то в 2001 г. составила лишь около 2 кг/м² (табл. 1, скопление № 3). Также заметим, что на иллюстрациях к исследованиям 1998 г. вся западная протока заштрихована как «промысловое скопление», а в 2001 г. на большей части этой протоки корбикула обнаружена не была. Помимо скоплений у входа и выхода из протоки моллюск был найден только вблизи расположенного в её верхней части островка – на илу с примесью гравия (скопление № 2). Возможная причина различий величин биомассы разных лет – высокая межгодовая изменчивость условий обитания в эстуарных зонах. Так, Л.В. Каратаева (2000) указывала, что в 1998 г. «характер распределения скоплений корбикулы в новом русле, по сравнению с 1991 г., практически не изменился», однако на участках, «где В.А. Раков находил скопления корбикулы с биомассой около 2 кг/м², в настоящее время обнаруживаются единичные особи, а в протоках, где в 1991 г. моллюск не отмечен, в 1998 г. были обнаружены скопления с биомассой до 2,5 кг/м²». К сожалению, в работе Л.В. Каратаевой не приведен источник информации об обследовании нового русла в 1991 г., а в монографии С.В. Явнова и В.А. Ракова (2002) упомянуто, что в 1991 г. «были изучены... распределение корбикул и оценка запасов в старом русле».

Вторым по величине запаса в 2001 г. оказалось скопление, локализованное на илу у правобережья выше островов, разделяющих новое русло на западную, среднюю и главную протоки (рис. 1; табл. 1, скопление № 4). В 1998 г. (Биологические..., 1998; Каратаева, 2000) данное скопление выявлено не было. Известно, что в основных руслах рек количественное развитие корбикулы зависит от паводков и наводнений сильнее, чем в узких протоках и рукавах, где «плотности корбикул бывают выше» (Явнов, Раков, 2002). Возможно гидрологические условия, сложившиеся в новом русле р. Киевка ко времени нашего исследования, по сравнению с 1998 г., были более благоприятными. В правобережных озерах

ных протоках на участках заиленного каменистого грунта в 2001 г. встречались единичные крупные особи *C. japonica*. Непосредственно озера съёмкой охвачены не были.

У левобережья нового русла условно промысловые скопления обнаружены нами в двух слепых рукавах, открывающихся в главную протоку общим устьем. Более значительное расположено в кутовой части «северного» слепого рукава (рис. 1, скопление № 5). Скопление интересно тем, что здесь преобладают крупные моллюски (средние масса и длина раковины – 18,4 г и 38 мм, максимальные – 32,6 г и 49 мм, соответственно). По сравнению с данными 1998 г. (0,76 кг/м² – Биологические..., 1998; Каратаева, 2000), к 2001 г. биомасса данного скопления возросла более чем в 10 раз (табл. 1). В обоих рукавах корбикула обитает на илу с примесью песка, однако в «южном» показатели ее количественного развития значительно ниже. В кутовой части «южного» рукава находки *C. japonica* единичны, а в его средней части плотность распределения корбикулы – около 150 экз./м² (скопление № 6). По сравнению с «северным», в «южном» рукаве заметно более холодная вода, что вероятно обусловлено поступлением грунтовых вод. Средняя масса корбикулы здесь сопоставима с таковой правобережных скоплений (около 7 г). В «южном» рукаве примерно в 5 раз больше пустых створок, чем в «северном». Последнее, скорее всего, обусловлено тем, что во время паводков «южный» рукав в силу своего строения (рис. 1) играет роль «ловчего кармана». Разумеется, сюда заносит и живых моллюсков, однако из-за менее благоприятных условий обитания корбикула здесь чаще погибает (увеличивая запас пустых раковин), либо мигрирует вверх по течению, заселяя, в том числе и «северный» рукав.

Из изложенного можно заключить, что структура грунта не является фактором, «определяющим» плотность скоплений корбикулы. В местах своего распространения *C. japonica* встречается на грунтах разного типа (Явнов, Раков, 2002; Астахов, Надточий, 2005). Вероятно, следует считать, что корбикула предпочитает любой субстрат, позволяющий этому моллюску поддерживать оптимальное положение для жизнедеятельности. Мы полагаем, что связь количественного развития *C. japonica* со структурой грунта (декларируемая в некоторых работах) является опосредованной, поскольку характер самих донных осадков определяется гидрологическими факторами. Прежде всего, скоростью течения, от которой зависит степень динамического воздействия водного потока на русловые отложения (Алексеевский, 2006). Между «средней скоростью течений и плотностью корбикул существует прямая связь» (Явнов, Раков, 2002). Л.В. Каратаева (2000) также отмечала, что «участки с высокой биомассой приурочены к местам с хорошей проточностью воды». Высокая плотность скоплений обычно наблюдается в местах с относительно сильными постоянными и периодическими течениями в 0,3–1,0 м/с, которые бывают в протоках, сужениях лагун и озер, на перекатах, отмелях (Явнов, Раков, 2002). Именно через влияние гидрологических факторов, благоприятствующих существованию корбикулы, в местах обитания этого моллюска преобладает тот или иной тип грунта.

Суммарный запас корбикулы на обследованной в 2001 г. акватории составил не менее 45 т (табл. 1). Иных сведений о ресурсах *C. japonica* из р. Киевка в литературе фактически нет, за исключением данных 1997 г., когда запасы моллюска в старом и новом русле были оценены в 21 т (Явнов, Раков, 2002). При этом согласно представленной авторами таблице, величина запаса на обследованном в 1997 г. участке нового русла не превышала 0,9 т.

Различие локальных условий обитания влияет на рост и морфологические особенности моллюсков одного и того же вида. От специфики местообитаний зависят и показатели аллометрии раковины (Заика, 2004; Селин, Дуленина, 2012). Учет максимального числа различающихся действующих факторов, разумеется, доступен только при систематических наблюдениях. Розовая съёмка не достаточна для всестороннего рассмотрения этого вопроса. Тем не менее, нельзя отрицать, что при сопоставимых величинах удельной биомассы (табл. 1) наиболее обособленными по условиям среды являются скопления №1 и №5. Правобережное скопление №1 локализовано у выхода сквозной западной протоки,

а левобережное скопление №5 – в слепом рукаве, где из-за более стабильного гидрологического режима грунт сильнее заилен. Важнее, впрочем, неоднородность гидрохимического режима этих локализаций. Инструментальное определение гидрохимических показателей мы не проводили, однако наличие зостеры в западной протоке свидетельствует о том, что здесь выше соленость. Последнее обусловлено сравнительно близким расположением данного участка к морю. В местообитании скопления №5, напротив, из-за мощного распресняющего воздействия главной протоки, соленость не может достигать (или реже достигает) величин типичных для западной протоки.

Принимая во внимание информацию о том, что наибольшее влияние на форму раковины корбикулы оказывает соленость (Комендантов и др., 1989), мы предположили, что морфологические различия особей из скоплений №1 и №5 возможны уже только из-за разницы в солёностном режиме их местообитаний. Для проверки этого предположения нет нужды располагать данными по всем основным промерам раковины (длина, высота, ширина), так как последние обычно друг с другом тесно коррелируют. Достаточно наличие результатов измерения одного линейного параметра и результатов определения индивидуальной массы особей. В таком случае морфологические различия представителей двух выборок можно показать на основе сравнения коэффициентов уравнений регрессии, описывающих скорость изменения массы при увеличении линейного параметра на единицу меры. Менее трудоемкий способ – ограничиться оценкой вероятности статистически значимых различий в распределении отдельных признаков.

В качестве примера рассмотрим выборки из скоплений №1 и №5 сначала в отношении результатов измерения длины раковины. Самый популярный критерий для сравнения двух выборок – *t*-критерий Стьюдента – в нашем случае использовать нет оснований, поскольку не выполняется одно из обязательных условий его применения, а именно – соответствие распределения выборочных данных нормальному закону (тест Шапиро-Уилка $W = 0,902$; $p(\text{normal}) < 0,001$, скопление №1 и $W = 0,832$; $p(\text{normal}) < 0,001$, скопление №5). Поэтому для оценки вероятности объединения выборок в одну мы использовали двухвыборочный критерий однородности Н.В. Смирнова (Орлов, 2007). Отметим, что в литературе и пакетах прикладных программ этот непараметрический критерий часто фигурирует под названием «тест Колмогорова–Смирнова», причем последнее наименование в тех же источниках используют и для обозначения критерия согласия А.Н. Колмогорова. Результаты расчета статистики критерия Смирнова не подтверждают нулевую гипотезу об однородности выборок из совокупностей № 1 и №5 ($D = 0,74$; $p < 0,001$). Аналогичное заключение

следует и из сравнения выборок в отношении результатов определения индивидуальной массы особей ($p < 0,001$). Однако такой упрощенный подход ведет к потере информации, выявляемой лишь при совместном анализе всех признаков. В данном случае теряется информация об особенностях аллометрического роста корбикулы из разных местообитаний. Зная эти особенности, мы могли бы обсуждать природу обнаруженных различий, а не только констатировать факт их статистической значимости.

Расположим пары значений «длина|масса» скоплений №1 и №5 на одной диаграмме рассеяния (рис. 2). Визуальная оценка характера расположения этих пар значений предполагает возможность их объединения с тем чтобы вывести общее уравнение аллометрии. Однако расчет коэффициентов вариации

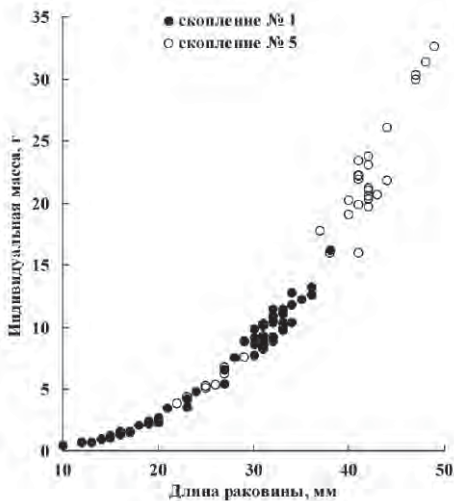


Рис. 2. Диаграмма рассеяния результатов измерения и взвешивания.

Таблица 2

Оценка гетерогенности выборок из скоплений №1 и № 5

Скопление	Длина раковины,		Индивидуальная масса	
	размах значений, мм	коэффициент вариации, %	размах значений, г	коэффициент вариации, %
№1 (n = 66)	10–38	30,3	0,4–16,3	66,0
№5 (n = 33)	22–49	20,4	3,9–32,6	45,2

для признаков в каждой из групп показывает значительную гетерогенность выборочных данных (табл. 2).

Напомним, что в однородном биологическом материале коэффициенты вариации составляют 5–10% (Рокицкий, 1973). Следовательно, у нас нет оснований для объединения имеющихся выборок с целью определения параметров общего уравнения регрессии. Внутренняя неоднородность выборок может стать причиной смещения и параметров регрессионных моделей, построенных отдельно для каждого скопления. Если при решении вопроса объединения выборок сначала рассчитать для них отдельные коэффициенты аллометрии и сравнить последние посредством ковариационного анализа, то можно ошибочно признать две неоднородные группы, например, одинаковыми по скорости изменения формы тела с увеличением его длины, тогда как они по данному параметру различны (Воробейчик, 2001). Вообще известно, что из-за объединения гетерогенных выборок статистически значимые эффекты могут появиться, исчезнуть или приобрести противоположное направление (Рубанович, 2010). Заметим, что в нашем случае значительная неоднородность данных внутри групп к ошибочному заключению не привела, ковариационный анализ не подтвердил гипотезу об отсутствии различий между характером возрастного изменения массы корбикулы в скоплениях №1 и №5 (ANCOVA, $F_{1,95} = 5,29$; $p = 0,024$). Поэтому, формально, мы можем рассуждать о том, что по мере линейного роста темпы изменения массы моллюсков из рассматриваемых биотопов отличаются. Коэффициент наклона в уравнении аллометрии для скопления №1 ($b = 2,92$) превосходит аналогичный параметр для скопления №5 ($b = 2,72$). Следовательно, мы можем прийти к выводу о том, что в биотопах с большей соленостью скорость возрастного приращения массы корбикулы выше. В то же время, следует понимать, что коэффициенты в уравнениях аллометрии для скоплений № 1 и №5 были получены с нарушением условий применения регрессионного анализа – на основе неоднородных выборок, распределение данных в которых не соответствует нормальному закону. Значит, о существовании статистически значимых различий в морфологии корбикулы из правобережного и левобережного биотопов нового русла р. Киевка стоит говорить только на основе результата применения критерия Смирнова.

Выявленная неоднородность наших данных, скорее всего, обусловлена погрешностями отбора материала водолазным методом, когда соблюсти условие случайности сравнительно сложно. Анализ данных индивидуального измерения и взвешивания моллюсков показал, что рандомизированный отбор особей из водолазных проб способствует исправлению ситуации не всегда. Поэтому для снижения вероятности ошибок выборочно-го наблюдения, во всяком случае, при сборе корбикулы, предпочтительнее использовать дночерпатель.

Данные таблицы 2 показывают, что нужно с большой осторожностью относиться к статистически неподкрепленному визуальному сравнению распределений точек на совместных диаграммах рассеяния (рис. 2). К сожалению, авторы многих работ не делают совершенно какой-либо проверки однородности внутри отдельных выборок. В результате малые гетерогенные выборки объединяют в одну большую, получая тем самым (и публикуя впоследствии) некорректные коэффициенты. Например, вопреки упомянутому выше условиям применимости корреляционно-регрессионного анализа, «свойственные» круп-

ным таксонам взаимосвязи описывают на основе объединения данных отдельных групп подчиненного ранга.

Благодарности

Автор признателен Александру Плечию (пгт. Преображение) за помощь в сборе материала.

ЛИТЕРАТУРА

- Алексеевский Н.И.** 2006. Гидрофизика. М.: Академия. 176 с.
- 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.
- Биологические ресурсы некоторых видов промысловых беспозвоночных в прибрежной зоне Приморья.** 1998. Отчет о НИР № 22891 / ТИНРО-Центр. Владивосток. С. 106–120.
- Воробейчик Е.Л.** 2001. Статическая аллометрия в случае существенно неоднородных выборок: опасность артефакта // Сибирский экологический журнал. № 5. С. 631–636.
- Вороной Н.О., Никитенко А.Ю., Атопкин Д.М.** 2013. Приморские эстуарные поселения двустворчатого моллюска *Corbicula japonica* Prime, 1864 обладают низкой изменчивостью гена цитохромоксидазы (I) // Вестник ОГУ. № 9 (158). С. 85–90.
- Дуванская Н.А., Брегман Ю.Э.** 1997. Размерно-весовая структура и рост корбикулы японской в бассейне реки Киевка // Биомониторинг и рациональное использование гидробионтов: Тез. докл. конф. молодых ученых. Владивосток: ТИНРО-Центр. С. 19–20.
- Заика В.Е.** 2004. Аллометрия раковины двустворчатых моллюсков // Морський экологічний журнал. № 1, Т. III. С. 47–50.
- Каратаева Л.В.** 2000. Размерно-весовая характеристика и характер распределения скоплений корбикулы японской рек Киевка, Лебединой, Раздольной и лагуны Лебяжьей // Изв. ТИНРО. Т. 127. С. 320–325.
- Ковалев Н.Н., Пивненко Т.Н., Юрьева М.И., Рыбникова Е.И., Бузолева Л.С., Кривошеева А.М.** 2012. Использование экстрактивных веществ моллюска корбикулы японской в технологии мясных фаршевых изделий // Хранение и переработка сельхозсырья. № 1. С. 33–39.
- Колесник** 1998. Плотности скоплений и некоторые параметры корбикулы японской (*Corbicula japonica*) реки Киевка // Регион. конф. по актуальным проблемам морской биологии и экологии студентов, аспирантов и молодых ученых: тез. докл. Владивосток: ДВГУ. С. 57–58.
- Комендантов А.Ю., Орлова М.И., Халаман В.В.** 1989. К вопросу о видовом составе рода *Corbicula* (Corbiculidae, Bivalvia) эстуария реки Гладкой (Залив Посыета, Японское море) // Труды ЗИН АН СССР. Т. 196. С. 99–116.
- Кравченко В.В.** 1998. Биологическая характеристика *Corbicula japonica* из рек Киевки, Раздольной и озера Круглого (Приморский край) // Регион. конф. по актуальным проблемам морской биологии и экологии студентов, аспирантов и молодых ученых: тез. докл. Владивосток: ДВГУ. С. 61–63.
- Никулин Ю.П., Никулина О.А., Цой З.В.** 2013. Кормовой концентрат из корбикулы японской в рационах молодняка // Свиноводство. № 3. С. 54–55.
- Орлов А.И.** 2007. Прикладная статистика. М.: «Экзамен». 672 с.
- Раков В.А., Опарей А.А.** 2005. Популяционная структура и рост меченых пресноводных и солоноватоводных двустворчатых моллюсков Лазовского района Приморского края

// Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 3. Владивосток: Дальнаука. С. 432–455.

Ресурсы поверхностных вод. 1972. Дальний Восток. Приморье. Т. 18. Вып. 3. Ленинград: Гидрометиздат. 628 с.

Рокицкий П.Ф. 1973. Биологическая статистика. Минск: «Вышэйш. школа». 320 с.

Рубанович А.В. 2010. Курс лекций по биостатистике <http://vigg.ru/obrazovanie/uchebnyematerialy/>

Рыбалкина С.М., Майорова М.А., Анисимов А.П., Кравченко Д.Н. 2013. Гаметогенез и репродуктивный цикл двустворчатого моллюска *Corbicula japonica* Prime (1864) в устье реки Киевка (Японское море) // Биология моря. Т. 39, №4. С. 261–271.

Селин Н.И., Дуленина П.А. 2012. Рост и продолжительность жизни мидии Грея *Crenomytilus grayanus* (Bivalvia: Mytilidae) в Татарском проливе Японского моря в связи с особенностями обитания у северной границы ареала // Биология моря. Т. 38, № 4. С. 298–304.

Слободскова В.В., Челомин В. П. 2013. Влияние дефицита кислорода на целостность ДНК клеток жабр двустворчатого моллюска *Corbicula japonica* // Изв. Самарского научного центра РАН. Т. 15, №3 (3). С. 1150–1152.

Явнов С.В., Раков В.А. 2002. Корбикула. Владивосток: ТИНРО-Центр. 145 с.

Zar J.H. 2010. Biostatistical analysis, 5th ed. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall. 944 p.