

ISSN 2073-1035

Самарская *Лука*

ПРОБЛЕМЫ РЕГИОНАЛЬНОЙ И
ГЛОБАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ

2020

Том 29, № 4

Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии

Учредитель Федеральное государственное учреждение науки Институт экологии Волжского бассейна РАН

Главный редактор

Саксонов Сергей Владимирович, доктор биологических наук, профессор (Тольятти)

Заместители главного редактора

Бакиев Андрей Геннадьевич, кандидат биологических наук, доцент (Тольятти)

Сенатор Степан Александрович, кандидат биологических наук (Тольятти)

Редакционная коллегия журнала

Абакумов Евгений Васильевич, доктор биологических наук (Санкт-Петербург)

Богатов Виктор Всеволодович, доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН (Владивосток)

Большаков Владимир Николаевич, доктор биологических наук, профессор, академик РАН (Екатеринбург)

Брусиловский Павел Михайлович, доктор физико-математических наук, профессор (Филадельфия, США)

Бухарин Олег Валерьевич, доктор биологических наук, профессор, академик РАН (Оренбург)

Дубовик Дмитрий Васильевич, кандидат биологических наук (Минск, Беларусь)

Зинченко Татьяна Дмитриевна, доктор биологических наук, профессор (Тольятти)

Кузяков Яков, доктор биологических наук, профессор (Гёттинген, Германия)

Разран Леонид, доктор (Вена, Австрия)

Розенберг Геннадий Самуилович, доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН (Тольятти)

Сачков Сергей Анатольевич, доктор биологических наук, профессор (Самара)

Тишков Аркадий Александрович, доктор географических наук, профессор, член-корреспондент РАН (Москва)

Чибилёв Александр Александрович, доктор географических наук, профессор, академик РАН (Оренбург)

Цонев Росен Тодоров, доктор (София, Болгария)

Редакционный совет

Гагарина Эльвира Ивановна, доктор биологических наук, профессор (Санкт-Петербург)

Ильин Владимир Юрьевич, доктор биологических наук, профессор (Пенза)

Остроумов Сергей Андреевич, доктор биологических наук, профессор (Москва)

© Институт экологии Волжского бассейна РАН, 2020

Основан в 1991 г.

Т. 29, № 4

2020

Научный журнал

Выходит ежеквартально

ISSN 2073-1035

Входит в перечень рецензируемых научных журналов, зарегистрированных в системе «Российский индекс научного цитирования».

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-64976 от 04.03.2016).

Компьютерная верстка

И.В. Пантелеев

Технический редактор

Л.В. Сидякина

Адрес редакции

445003, Россия, г. Тольятти,
ул. Комзина, д. 10

Тел. (8482) 48-96-88

E-mail:

svsaxonoff@yandex.ru

Сайт: <http://ievbran.ucoz.com>

Подписано в печать

01.10.2020

Формат

Печать оперативная

Усл.п.л. 17,9 Тираж. 225 экз.

Заказ 21

Издательство «Анна»

г. Тольятти,

ул. Индустриальная, д. 7

Тел. (факс) (8482)57-00-44

e-mail:

kassandra1989@yandex.ru

Дата публикации журнала

01 декабря 2020 г.

СОДЕРЖАНИЕ
CONTENTS

Быков Е.В., Головатюк С.А. О работе Всероссийской научной конференции «Актуальные проблемы особо охраняемых природных территорий-4» (Тольятти, 2020).

Bykov E.V., Golovatyuk S.A. On the work of the all-Russian scientific conference "Actual problems of specially protected natural territories-4" (Togliatti, 2020).

– 5-6–

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ
SCIENTIFIC REPORT

Шерышева Н.Г. Круговорот железа в малых разнотипных озерах Самарской Луки.

Sherysheva N.G. Iron cycle in small lakes of different types in Samarskaya Luka.

– 7-16–

Зинченко Т.Д., Головатюк Л.В., Абросимова Э.В., Попченко Т.В. Сообщества макрозообентоса соленых рек бассейна гипергалинного озера Эльтон: многолетние исследования

Zinchenko T.D., Golovatyuk L.V., Abrosimova E.V., Popchenko T.V. Macrozoobenthos communities in saline rivers of the hyperhaline lake Elton basin: long-term research.

– 17-22–

Быкова С.В., Андреева В.А. Первые сведения о свободноживущих инфузориях планктона озера Аслы-Куль (Республика Башкортостан, Южное Приуралье).

Bykova S.V., Andreeva V.A. The first data on the free-living ciliates in the plankton of lake Aslykul (Bashkortostan Republic, Southern Urals).

– 23-30–

Минеев А.К. Видовой состав и морфологическое состояние молоди рыб Кольцово-Мордовинской поймы Саратовского водохранилища в 2017–2018 гг.

Mineev A.K. Species composition and morphological status of juvenile fish in the Koltsovo-Mordovin floodplain of the Saratov reservoir in 2017–2018.

– 31-36–

Саксонов С.С. Влияние засух на приживаемость лесных культур.

Saksonov S.S. Influence of droughts on the survival rate of forest crops.

– 37-42–

Федорова С.В., Габдылвалиева С.И. Алгоритм проведения сравнительного популяционного анализа на примере *Acer platanoides* L. (Aceraceae).

Fedorova S.V., Gabdylvalieva S.I. Algorithm for comparative population analysis using the example of *Acer platanoides* L. (Aceraceae).

– 43-50–

Гафурова М.М. Об адвентизации флоры государственного заповедника «Присурский» и национального парка «Чаваш Вармане».

Gafurova M.M. About adventization of flora state nature reserve «Prisursky» and national park «Chavash Varmane».

– 51-55 –

Дронин Г.В. Способы проникновения, пути расселения и влияние инвазивных видов растений на экосистемы особо охраняемых природных территорий бассейна реки Сызранки.

Dronin G.V. Influence of invasive species of plants on ecosystems of specially protected natural areas of the Syzranka river basin.

– 56-61 –

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ
BRIEF MESSAGE

Минеева О.В. Паразиты молоди щуки *Esox lucius* Linnaeus, 1758 в Саратовском водохранилище.

Mineeva O.V. Parasites of young pike *Esox lucius* Linnaeus, 1758 in the Saratov reservoir.

– 62-63 –

Михайлов Р.А. Брюхоногий моллюск семейства Lymnaeidae озера национального парка «Самарская Лука».

Mikhaylov R.A. Snail in the family Lymnaeidae in the lake national park «Samarskaya Luka».

– 64-66 –

Кузьмина А.С., Ильина В.Н. Ценность особо охраняемых природных территорий в ранге памятников природы регионального значения Самарской области (на территории Хворостянского района).

Kuzmina A.S., Pyina V.N. The value of specially protected natural territories in the rank of natural monuments of regional significance of the Samara region (in the territory of the Khvorostyansky district).

– 67-71 –

Поликанин Д.В., Полумордвинов О.А., Васюков В.М. Новая находка *Cotoneaster integerrimus* Medik. (Rosaceae) в Пензенской области.

Polikanin D.V., Polumordvinov O.A., Vasjukov V.M. A new find of *Cotoneaster integerrimus* Medik. (Rosaceae) in Penza region.

– 72-74 –

ИСТОРИЯ НАУКИ HISTORY OF SCIENCE

Головлев А.А. Николай Яковлевич Динник как исследователь природы Чечни (к 115-летию выхода в свет труда «По Чечне и Дагестану»).

Golovlyov A.A. Nikolai Yakovlevich Dinnik as a researcher of nature of Chechnya (On the 115th anniversary of the publication of labor «In Chechnya and Dagestan»).

– 75-103 –

ЮБИЛЕИ И ДАТЫ ANNIVERSARIES AND DATES

Ильина Н.С. Автобиография и мысли вслух самарского ботаника.

Ilna N.S. Autobiography and thoughts aloud of Samara botanist.

–104-124 –

Розенберг Г.С., Сенатор С.А., Саксонов С.В., Васюков В.М., Приходько С.А. Вла-

димир Михайлович Остапко (к 70-летию юбилею).

Rosenberg G.S., Senator S.A., Saksonov S.V., Vasyukov V.M., Prikhodko S.A. Vladimir Mikhailovich Ostapko (to the 70th anniversary).

– 125-140 –

Алмаева В.О., Семенов А.А., Яицкий А.С., Бакиев А.Г., Горелов Р.А., Розенберг Г.С., Саксонов С.В. Пёстрый мир зоолога Сергея Ивановича Павлова (к 70-летию со дня рождения).

Almaeva V.O., Semenov A.A., Yaitsky A.S., Bakiev A.G., Gorelov R.A., Rosenberg G.S., Saksonov S.V. The motley world of the zoologist Sergei Ivanovich Pavlov (to the 70th anniversary of birth).

– 141-175 –

Розенберг Г.С. Открытое покаянное письмо другу – Искандеру Юсуфовичу Усманову (к 70-летию со дня рождения).

Rozenberg G.S. Open penitential letter to a friend – Iskander Yusufovich Usmanov (to the 70th anniversary from birth).

– 176-182 –

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ CRITICISM AND BIBLIOGRAPHY

Дронин Г.В. Рецензия на книгу: «Странствующая Академия» (материалы об исследованиях П.С. Палласа в Среднем Поволжье) / С.А. Сенатор, А.Г. Бакиев, А.К. Сытин, Р.А. Горелов, Р.С. Кузнецова, Л.В. Сидякина; под общ. ред. С.А. Сенатора. – Тольятти: Анна, 2020. – 227 с.

Dronin G.V. Review of the book: "The Wandering Academy" (materials on the research of P.S. Pallas in the Middle Volga region) / S.A. Senator, A.G. Bakiev, A.K. Sytin, R.A. Gorelov, R.S. Kuznetsova, L.V. Sidiyakina; edited by S.A. Senator. – Togliatti: Anna Publ., 2020. – 227 p.

– 183-189 –

АЛГОРИТМ ПРОВЕДЕНИЯ СРАВНИТЕЛЬНОГО ПОПУЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА НА ПРИМЕРЕ *ACER PLATANOIDES* L. (ACERACEAE)

© 2000 С.В. Федорова¹, С.И. Габдылвалиева²

¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань (Россия)

² Гимназия № 12 имени Ф.Г. Аитовой, г. Казань (Россия)

Поступила 1.08.2020

Федорова С.В., Габдылвалиева С.И. Алгоритм проведения сравнительного популяционного анализа на примере *Acer platanoides* L. (Aceraceae). Основополагающий принцип проведения исследований на особо охраняемых природных территориях – невмешательство в процессы роста и развития растения. Этот же принцип был использован в процессе проведения научно-исследовательской работы в тандеме «ученый – школьница», в результате которой были разработаны: 1) алгоритм проведения сравнительного популяционного анализа древостоя в лесном типе растительности на примере *Acer platanoides* L. (Aceraceae); 2) новый способ определения площади проекции листовой пластинки, имеющей форму в ботанической терминологии «5-ти лопастная» по линейным замерам; 3) алгоритм проведения педагогической работы с особо одаренными детьми, направленный на: формирование навыков проведения сравнительного популяционного анализа на основе статистической обработки данных; получение опыта по оформлению исследовательской работы (полнообъемная до 30 страниц исследовательская работа по формату курсовой работы студента для молодежного форума, тезисы, статья); получение опыта представления результатов научно-исследовательской работы в разном формате (защита, устный доклад с презентацией, стендовый доклад) на научных мероприятиях различного уровня.

Ключевые слова: методология, формула, площадь проекции, лист, фитоиндикация, педагогика, лес, одаренные дети.

Fedorova S.V., Gabdylvalieva S.I. Algorithm for comparative population analysis using the example of *Acer platanoides* L. (Aceraceae). The fundamental principle of conducting research in specially protected natural areas is non-interference in the processes of plant growth and development. The same principle was used in the process of research work in the tandem “scientist–schoolgirl”, which resulted in the development of: 1) an algorithm for comparative population analysis of the stand in the forest type of vegetation using the example of *Acer platanoides* L. (Aceraceae); 2) a new method for determining the projection area of a leaf blade, which has a shape in botanical terminology “5-lobed” by linear measurements; 3) an algorithm for conducting pedagogical work with especially gifted children, aimed at: developing the skills of conducting a comparative population analysis based on statistical data processing; gaining experience in the design of research work (full-length, up to 30 pages, research work in the form of a student's term paper for a youth forum, abstracts, article); gaining experience in presenting the results of research work in a different format (defense, oral presentation, poster presentation) at scientific events of various levels.

Key words: methodology, formula, projection area, leaf, phytoindication, pedagogy, forest, gifted children.

ВВЕДЕНИЕ

Основополагающий принцип проведения исследований на особо охраняемых природ-

ных территориях – невмешательство в процессы роста и развития растения. Этот же принцип был использован в процессе проведения научно-исследовательской работы в тандеме «ученый – школьница», в результате которой были решены ряд задач: 1) разрабо-

Федорова Светлана Владиславовна, старший лаборант, кандидат биологических наук,
S.V.Fedorova@inbox.ru; Габдылвалиева Сабина

Ильдаровна, учащаяся 11 класса,
sabira.gabi@yandex.ru

тать алгоритм проведения сравнительного популяционного анализа древостоя в лесном типе растительности на примере *Acer platanoides* L. (Aceraceae); 2) разработать новый способ определения площади проекции листовой пластинки, имеющей форму в ботанической терминологии «5-ти лопастная» по линейным замерам; 3) разработать алгоритм проведения педагогической работы с особо одаренными детьми, направленный на: формирование навыков проведения сравнительного популяционного анализа на основе статистической обработки данных; получение опыта по оформлению исследовательской работы (полно-объемная до 30 страниц исследовательская работа по формату курсовой работы студента для молодежного форума, тезисы, статья); получение опыта представления результатов научно-исследовательской работы в разном формате (защита, устный доклад с презентацией, стендовый доклад) на научных мероприятиях различного уровня. Таким образом Вашему вниманию представляются результаты исследования проведенного одновременно с научной и педагогической целями.

Acer platanoides (Aceraceae) – древесное листопадное растение способное достигать в высоту 30 м и более. Листья расположены на побегах текущего года супротивно, они длинночерешковые с пальчато-сетчатым жилкованием. Чаще всего листовая пластинка 5-ти лопастная, реже 3-х лопастная или 7-ми лопастная, в очертании округлая или овальная. Края листовой пластинки крупно выемчато-зубчатые, причем верхушки лопастей и зубцы оттянуты в остроконечие. Растение широко распространено в Восточной и Западной Европе, Средиземноморье, на Кавказе, на Балканах, в Карпатах. Вид интродуцирован на Дальнем востоке, в Казахстане, Скандинавии. В лесной зоне Европейской России доходит на севере до Южной Карелии, а на востоке до Урала (*Acer...*, [https://www.plantarium...\[13\]](https://www.plantarium...)). Произрастает в широколиственных и смешанных лесах, как правило, в виде примеси во втором ярусе. Больше всего *A. platanoides* в дубравах и липняках, особенно занимающих лесные овраги. На отдельных участках *A. platanoides* может формировать лесные массивы. Растение предпочитает участки с плодородными суглинистыми почвами. В XXI веке ученые большое внимание уделяют вопросам экологии и фитоиндикации среды с помощью сравнительного анализа различных органов

растения. У древесных форм растений для этих целей используют листья [1, 2, 6, 8, 9, 12]

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом для исследования служили осенние листья, опавшие со взрослых деревьев, или растущие на низко расположенных ветвях молодых растений в период листопада. Такая методология сбора листьев позволяет получить для проведения сравнительного популяционного анализа случайную выборку от разных индивидов из разных частей их крон. Было 3 варианта опыта по количеству местобитаний *Acer platanoides* (рис. 1): Вариант I. Роща. Советский район г. Казань, пос. Нагорный. Сбор 8.10.2018; Вариант II. Лесной массив. Зеленодольский район Республики Татарстан, пос. Первомайский (о.п. 774 км Горьковской ж.д.). Сбор 30.09.2002. Используются гербарные образцы листьев из старой коллекции; Вариант III. Парковая зона. Вахитовский район г. Казань, ПКО им. А. М. Горького. Сбор 10.10.2018. В каждом из вариантов было использовано по 33 шт. листьев. Свежесобранные листья высушивали под прессом.



Рис. 1. Популяционная система *Acer platanoides* в различных вариантах опыта (I–III) и образцы собранных для анализа листьев

С каждой листовой пластинки была сделана бумажная копия для определения площади проекции весовым способом и/или способом

пересчета элементарных квадратов. Тогда еще не было разработанной формулы для определения площади проекции листовой пластинки по линейным замерам, но в процессе проведения данной исследовательской работы формула была разработана и представлена в ряде публикаций [3, 10, 11]: $S=0,53af(ab+ae+ad+ac)/2=0,27af(ab+ae+ad+ac)$, где « af , ab , ae , ad , ac » – отрезки соединяющие точку пересечения оснований осей симметрии каждой из 5 лопастей проекции с точками пересечения осей симметрии с контуром проекции (рис. 2). По обстоятельствам, возможно наличие только 4 составляющей из набора отрезков, например: $S=0,53af(ab+ae+ad)/1,5=0,35af(ab+ae+ad+ac)$. Данная разработка была сделана путем преобразования базовой формулы эллипса, в который вписана проекция листовой пластинки путем добавления в нее значения коэффициента коррекции формы «Coefficient Correction of Form, Ccf », равного 0,69 (в данной статье будет доказано именно это значение коэффициента коррекции формы):

$$S = \frac{\pi ab}{4}; S = Ccf \frac{\pi ab}{4}; Ccf = \frac{S}{\pi ab/4}$$

где S – фактическая площадь проекции

Для каждой листовой пластинки был составлен паспорт с набором метрических и аллометрических показателей: фактическая площадь проекции листовой пластинки; длина 5 отрезков на рис. 2; количество зубцов; отношение между длинами отрезков на рис. 2; коэффициент Ccf . Для каждого варианта опы-

та были составлены соответствующие вариационные ряды показателей и проведена статистическая обработка данных в редакторе Microsoft Excel. Использован пакет анализа: «Описательная статистика», «F–тест для дисперсий», «Корреляция». Статистические параметры представлены в табл. 1–5. Символам в таблицах соответствуют: M – среднее арифметическое; Δ – доверительный интервал с уровнем надежности в 90 %; C_v , % – коэффициент вариации; Lim – предельные значения показателя; r – коэффициент прямолинейной корреляции; n – объем выборки; k – степень свободы; F –критерий достоверности сходства Р. Фишера.

В табл. 3 значение F –критерия превышающее критическое значение, отмечены соответствующим количеством звездочек: *, **, ***, **** на уровне достоверности 90, 95, 99 и 99,9 % соответственно. Для оценки коэффициента корреляции использована шкала КРШ-5 Е. Л. Любарского (Любарский, Полуянова, 1984). В ней баллы 1, 2, 3, 4, 5 соответствуют интервалам r : 0,0001–0,45–0,63–0,77–0,89–0,999. Соответственно ряду баллов меняется теснота корреляций: очень слабая – слабая – средняя – тесная – очень тесная. Для представления значений F и r использованы таблицы матрицы. Для оценки коэффициента вариации использована шкала Г. Н. Зайцева (1990). В ней интервалам C_v : 0,0001–4–24–44–64 соответствует условная степень варьирования: небольшая, нижняя нормальная, верхняя нормальная, значительная, большая.

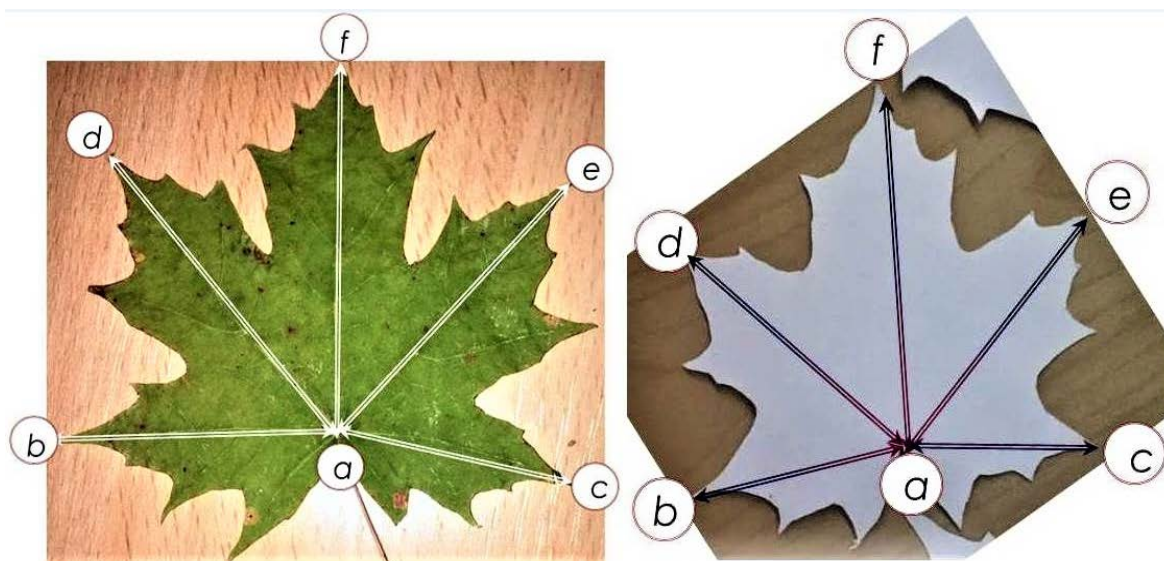


Рис. 2. Схема контрольных линейных замеров на примере листовой пластинки *Acer platanoides* и ее проекции

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Варьирование всех учтенных метрических показателей, характеризующих каждую из 3-х

вариантов популяционной системы *A. platanoides* происходит в диапазоне шкалы Г.Н. Зайцева на двух уровнях «верхняя нормальная – значительная» (табл. 1). Варьирование всех учтенных аллометрических показателей, характеризующих каждую из 3-х вариантов популяционной системы *A. platanoides* держится в диапазоне шкалы Г.Н. Зайцева на уровне «нижняя нормальная» (табл. 2). Популяционная система *A. platanoides* по 3-м вариантам опыта не имеет достоверного сходства по набору метрических и некоторых компонентов из набора аллометрических показателей листовой пластинки. Однако, по величине *Scf*, достоверность сходства подтверждена (табл. 3).

Популяционная система *A. platanoides* в каждом из 3-х вариантов опыта имеет в диапазоне шкалы Е.Л. Любарского «тесные и/или очень тесные» корреляции между метрическими показателями, характеризующими длину осей симметрии каждой из 5-ти лопастей

листовой пластинки и фактической площадью проекции листовой пластинки. Однако, один из показателей, характерный для формы края проекции листовой пластинки, количество зубцов имеет за одним исключением «слабые и/или очень слабые» корреляции с площадью проекции листовой пластинки и с длиной каждой из осей симметрии 5-ти лопастей (табл. 4).

Популяционная система *A. platanoides* в каждом из 3-х вариантов опыта имеет в диапазоне шкалы Е.Л. Любарского: 1) «тесные и очень тесные» корреляции между аллометрическими показателями отношение суммарной длины осей симметрии нижней пары лопастей к таковой верхней пары лопастей и отношение первого к длине оси центральной лопасти; 2) «значительные и тесные» корреляции между аллометрическими показателями отношение суммарной длины осей симметрии нижней (но не верхней) пары лопастей к длине оси центральной лопасти (табл. 5).

Таблица 1

Метрические показатели листовой пластинки *Acer platanoides* в различных вариантах опыта

Показатель	Вариант	Параметр (n=33)		
		M±Δ	CV, %	Lim
Фактическая площадь проекции листовой пластинки, кв. см	I	49,4±6,01	41	24–132
	II	52,6±6,9	44	16–127,5
	III	80,1±11	47	25–171
Количество зубцов, шт.	I	20,42±0,9	15	13–28
	II	20,45±1,2	20	14–31
	III	24,70±1,7	24	15–40
Длина отрезка, см: <i>af</i>	I	7,99±0,4	18	5,3–13
	II	7,53±0,5	23	5,1–12,7
	III	9,41±0,6	22	5,4–13,2
<i>ab</i>	I	4,63±0,3	25	3,2–8,4
	II	4,99±0,4	30	2,7–9,1
	III	6,44±0,5	28	3,2–10,5
<i>ac</i>	I	4,58±0,3	25	3,2–8,7
	II	4,94±0,4	25	2,8–8,7
	III	6,26±0,5	28	3,3–10
<i>ad</i>	I	6,88±0,4	20	4,6–11,7
	II	6,84±0,5	25	3,9–11,3
	III	8,71±0,6	24	5–13
<i>ae</i>	I	6,84±0,4	20	5,1–12
	II	6,83±0,5	25	3,9–11,3
	III	8,72±0,6	24	5–12,8

Метрические показатели количество зубцов по краю проекции листовой пластинки и площадь проекции листовой пластинки целесообразно рекомендовать для использования в качестве основных фитоиндикаторов с целью подтверждения достоверности сходства между различными вариантами для использования в качестве дополнительных популяционной системы *A. platanoides*. Ряд метрических

показателей целесообразно рекомендовать фитоиндикаторов с целью подтверждения достоверности сходства между различными вариантами популяционной системы *A. platanoides*: длина осей симметрии боковых лопастей листовой пластинки. Метрический показатель длина оси симметрии центральной лопасти как наименее чувствительный целесообразно рекомендовать в качестве фитоин-

дикатора только как дополнительный компонент к набору перечисленных фитоиндикаторов с целью подтверждения достоверности сходства между различными вариантами популяционной системы *A. platanoides*. Аллометрические показатели (отношение суммарной длины осей симметрии нижней пары лопастей к таковой верхней пары лопастей и отношение суммарной длины осей нижней пары лопастей к длине оси симметрии центральной лопасти) целесообразно рекомендовать для использования в качестве дополнительных фитоиндикаторов с целью подтвер-

ждения достоверности сходства между различными вариантами популяционной системы *A. platanoides*. Эта целесообразность обусловлена сочетанием низкого уровня варьирования данного показателя (ниже 10%) со способностью подтвердить достоверность сходства между различными вариантами популяционной системы растения. Аллометрический показатель (отношение суммарной длины осей верхней пары лопастей к длине оси симметрии центральной лопасти) не целесообразно использовать в качестве фитоиндикатора.

Таблица 2

Аллометрические показатели листовой пластинки *Acer platanoides* в различных вариантах опыта

Показатель	Вариант	Параметр (n=33)		
		$M \pm \Delta$	$C_v, \%$	Lim
$(ab+ac)/(ad+ae)$	I	0,67±0,01	7	0,59–0,80
	II	0,72±0,01	6	0,65–0,81
	III	0,72±0,02	8	0,60–0,82
$(ab+ac)/af$	I	1,14±0,04	10	1–1,45
	II	1,31±0,04	10	1,05–1,64
	III	1,34±0,04	10	1–1,63
$(ad+ae)/af$	I	1,71±0,03	6	1,55–1,96
	II	1,81±0,03	6	1,50–2,01
	III	1,84±0,03	6	1,63–2,00
Коэффициент C_{cf} : $\frac{s}{0,78af \left\{ \frac{ab+ac+ad+ae}{2} \right\}}$	I	0,67±0,02	8	0,58–0,81
	II	0,72±0,02	9	0,60–0,83
	III	0,67±0,02	8	0,58–0,81
	I+II+III	0,69±0,01	9	0,58–0,83

Таблица 3

Значение F -критерия для выявления достоверности сходства между вариантами опыта по метрическим и аллометрическим показателям листовой пластинки *Acer platanoides* ($k=64$)

Показатель	Сравниваемые варианты		
	I и II	I и III	II и III
Количество зубцов	1,8**	3,71****	2,06***
Фактическая площадь проекции листовой пластинки	1,3	3,45****	2,62***
Длина отрезка:	af	1,52	2,04**
	ab	1,71*	2,42***
	ad	1,63*	2,38***
	ac	1,24	2,23**
	ae	1,5	2,41***
Отношение:	$(ab+ac)/(ad+ae)$	1,21	1,62*
	$(ab+ac)/af$	1,16	1,78*
	$(ad+ae)/af$	1,06	1,14
Коэффициент C_{cf}	1,43	1,01	1,44

Величина C_{cf} имеет основания для при- суждения ей статуса коэффициента, поскольку: 1) ее значения в вариационных рядах из популяционной системы *A. platanoides* с доказанными различиями по вариантам опыта имеют достоверное сходство; 2) ее значения варьируют на уровне ниже 10%; 3) она имеет исключительно слабые корреляции с каждым из компонентов из набора метрических и ал-

лометрических показателей. Это обуславливает то, что среднему арифметическому значению «0,69» (табл. 2) можно присвоить статус Коэффициента коррекции формы листовой пластинки для геометрической формы 5-ти лопастная на примере *A. platanoides*. Введение значения 0,69 в качестве коэффициента коррекции формы в формулу для расчета площади проекции листовой пластинки по

линейным замерам способствовало разработ- ки нового способа для определения площади проекции геометрической фигуры по ботани-

ческой терминологии 5-ти лопастная [3, 10, 11]

Таблица 4

Значения коэффициента прямолинейной корреляции (r) для пар метрических показателей, характеризующих размеры листовой пластинки *Acer platanoides* в различных вариантах опыта

Показатель (n=66)	1 – фактическая площадь проекции листовой пластинки; 2–6 – длина отрезка: 2 – af; 3 – ab; 4 – ad; 5 – ac; 6 – ae; 7 – количество зубцов; 8 – Ccf							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Вариант I								
1		5	5	5	5	5	1	2
2	0,94		5	5	5	5	1	1
3	0,94	0,89		5	5	5	1	2
4	0,94	0,92	0,96		5	5	2	1
5	0,94	0,90	0,94	0,91		5	2	3
6	0,97	0,95	0,92	0,95	0,95		2	1
7	0,42	0,32	0,50	0,45	0,54	0,44		2
8	0,45	0,38	0,62	0,40	0,65	0,41	0,55	
Вариант II								
1		5	5	5	5	5	2	1
2	0,97		5	5	5	5	2	1
3	0,97	0,94		5	5	5	2	2
4	0,98	0,96	0,97		4	5	2	1
5	0,91	0,89	0,89	0,87		5	3	2
6	0,94	0,94	0,91	0,90	0,95		2	1
7	0,58	0,57	0,60	0,57	0,67	0,60		1
8	0,40	0,29	0,50	0,36	0,59	0,36	0,44	
Вариант III								
1		5	5	5	5	5	2	1
2	0,95		4	5	4	5	2	1
3	0,90	0,87		5	5	5	2	2
4	0,95	0,96	0,94		5	5	2	1
5	0,93	0,89	0,90	0,90		5	2	2
6	0,96	0,97	0,90	0,96	0,95		2	1
7	0,54	0,47	0,46	0,50	0,61	0,57		1
8	0,32	0,18	0,55	0,27	0,52	0,28	0,27	

Таблица 5

Значения коэффициента прямолинейной корреляции (r) для пар аллометрических показателей, характеризующих размеры листовой пластинки *Acer platanoides* в различных вариантах опыта

Показатель (n=66)	1	2	3	4
Вариант I				
$1 - (ab+ac) / (ad+ae)$		4	1	1
$2 - (ab+ac) / af$	0,79		3	1
$3 - (ad+ae) / af$	0,16	0,74		1
$4 - Ccf$	-0,20	0,09	0,36	
Вариант II				
1		4	1	1
2	0,84		4	1
3	0,39	0,84		1
4	0,01	0,22	0,37	
Вариант III				
1		5	2	1
2	0,91		4	1
3	0,50	0,81		1

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процесс проведения исследования в соответствии с предложенным алгоритмом целесообразно привлекать школьника, который имеет базовые знания в области геометрии и информатики. Участие школьника в исследовательском процессе позволит ему расширить кругозор и внести вклад в развитие науки. Одна из тандема «ученый – школьница» (на момент проведения исследования учащаяся 10 класса Гимназии № 12 с углубленным изучением татарского языка в г. Казань, а ныне выпускница) за 5 месяцев интересного занятия смогла получить бесценный опыт. А вторая из тандема «ученый – школьница» смогла разработать эффективный алгоритм проведения педагогической работы с особо одаренными детьми, направленный на: формирование навыков проведения сравнительного популяционного анализа на основе статистической обработки данных.

Постепенно двигаясь к решению поставленной задачи, школьница: 1) приобретала навыки сбора материала для анализа; 2) училась характеризовать местообитание растения; 3) училась добывать информацию из литературных источников, доступных в сети Internet о биологических особенностях и экологии растения; 4) осваивала разнообразные методы статистического и математического анализа; 5) увлекалась процессом и стремилась к совершению маленького, но важного открытия в научном познании мира; 6) готовилась стать членом научного сообщества, работая над оформлением исследовательской работы для молодежного научного форума; 7) получала приглашение от организаторов научных мероприятий различного уровня представить результаты исследования в виде презентаций и постеров (IV Всероссийская (с международным участием) научная конференция учащихся имени Н.И. Лобачевского, 8–11 классы, 29 марта – 1 апреля 2019 г. в Казани; Международный Симпозиум «Экология и эволюция» и Конференция молодых ученых «Экология: факты, гипотезы, модели, посвященные» 100-летию академика С.С. Шварца в Екатеринбурге, 1–5 апреля 2019 г.); 8) получила опыт представления этих результатов в научном сообществе, диплом 2-й степени, сертификаты участника; 9)

получила возможность опубликовать результаты исследования в научных изданиях (Габдылвалиева, 2019; Габдылвалиева, Федорова, 2019).

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в соответствии с Государственной программой РФ «Повышение конкурентоспособности Казанского федерального университета».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Андреева М.В.** Оценка состояния окружающей среды в насаждениях в зонах промышленных выбросов с помощью растений-индикаторов: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. СПб., 2007. 18 с.
2. **Васильева К.А.** Эколого-биологические особенности клена остролистного (*Acer platanoides* L.) в условиях техногенного загрязнения: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Уфа, 2011. 22 с.
3. **Габдылвалиева С.** (науч. рук. Федорова С.В.). Метрические и аллометрические показатели листовой пластинки *Acer platanoides* L. (Aceraceae) // Тезисы докладов IV Всерос. (с междунар. участием) науч. конф. учащихся им. Н.И. Лобачевского. 8–11 классы. 29 марта – 1 апреля 2019 г. Казань / Под ред. Муравьевой Д.Р. Казань, 2019. С. 53-54. URL: <https://admissions.kpfu.ru/lob-konf> (дата обращения: 12.09.2019)
4. **Габдылвалиева С.И., Федорова С.В.** *Acer platanoides* L. (Aceraceae): разработка формулы для расчета площади проекции листовой пластинки // Экология: факты, гипотезы, модели. Материалы конф. молодых ученых, 1–5 апреля 2019 г. / ИЭРиЖ УрО РАН. Екатеринбург: Реэкшен, 2019. С. 23-25.
5. **Зайцев Г.Н.** Математика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1990. 296 с.
6. **Карасева Т.А.** Анализ адаптивности видов рода *Acer* L. в южных районах Западной Сибири: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Красноярск, 2005. 16 с.
7. **Любарский Е.Л., Полуянова В.И.** Структура ценопопуляций вегетативно-подвижных растений. Казань: КГУ, 1984. 140 с.
8. **Савинцева Л.С.** Экологический анализ адаптивных механизмов растений в урбанизированной среде: Автореф. дис...канд. биол. наук. Петрозаводск, 2015. 23 с.
9. **Садиков Х.Х.** Популяционная структура клена остролистного (*Acer platanoides* L.) на Южном Урале: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Уфа, 2000. 21 с.
10. **Федорова С.В.** Методологические подходы к исследованию элементов фитоценоза // Флора и растительность в меняющемся мире: проблемы изучения, сохранения и рационального использования. Материалы Международной научной конференции (Минск–Домжерицы, 24–27

сентября 2019 г.). Минск: Колорград, 2019. С. 163-169.

11. **Федорова С.В.** Несколько формул для определения площади проекции листовой пластинки растения // X Международная конференция по экологической морфологии растений, посвященная памяти И.Г. и Т.И. Серебряковых (Москва, 27–30 ноября 2019 г.): материалы. М.: МПГУ, 2019. Т. 3. С. 125-130

12. **Хикматуллина Г.Р.** Сравнительный анализ морфологических параметров листьев древесных растений в условиях урбанизированной среды: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Казань, 2013. 24 с.

13. *Acer platanoides* L. // Плонтариум. URL: [http:// www.plantarium.ru/page/view/item/221.html](http://www.plantarium.ru/page/view/item/221.html)