

УДК 551.465.72:556.3:631.474

А. А. Сугаченко, Д. Е. Гавриков

Восточно-Сибирская государственная академия образования, Иркутск, Российская Федерация

О. Г. Лопатовская

Иркутский государственный университет, Иркутск, Российская Федерация

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЕСТЕСТВЕННОЙ ДРЕНИРОВАННОСТИ ПОЧВ ПРЕДБАЙКАЛЬЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ МЕЛИОРАЦИИ

Целью исследования явилась оценка зависимости естественной дренированности почв Предбайкалья от орографического положения исследуемой территории. Расчет показателей естественной дренированности Предбайкалья производился по морфометрическим показателям (основной уклон местности; суммарная длина всех элементарных водотоков бассейна реки, являющихся базисом эрозии; площадь бассейна этой реки; разница высоты его истока и устья; длина элементарного водотока). Статистическая обработка полученных результатов осуществлялась в программе STATISTICA 10.0. Методы исследования включали: описательные статистики, критерий Шапиро-Уилка, вероятностные графики, дисперсионный анализ Краскела-Уоллиса. Наименьшие значения описательных статистик естественной дренированности соответствуют Иркутско-Черемховской и Канско-Тайшетской равнинам. Для Лено-Ангарского плато, Предбайкальской впадины и Ангарского кряжа они выше, и самые большие значения в прегорьях Восточного Саяна. Применение критерия Шапиро-Уилка показывает, что наиболее часто показатели естественной дренированности различных орографических единиц противоречат нормальному распределению, кроме значений для Предбайкальской впадины. С помощью применения критерия Краскела-Уоллиса, который является непараметрическим аналогом однофакторного дисперсионного анализа, установлено наличие зависимости показателей естественной дренированности от орографии.

Ключевые слова: естественная дренированность, Предбайкалье, мелиорация, орография, грунтовые воды.

A. A. Sugachenko, D. E. Gavrikov

East-Siberian State Academy of Education, Irkutsk, Russian Federation

O. G. Lopatovskaya

Irkutsk State University, Irkutsk, Russian Federation

ASSESSMENT OF THE INDICATORS OF NATURAL DRAINAGE OF PREDBAYKALYE SOILS FOR LAND RECLAMATION

The objective of the research was to assess the dependence of natural drainage of the soils of Predbaikalye on orography. The calculation was based on natural drainage of Predbaikalye morphometric indices (main slope areas; total length of all streams of the river basin, which is considered as the base of erosion; total area of the river basin; the difference in elevation of its source and mouth; the length of the elementary stream flow). Statistical treatment of the results was carried out using the program STATISTICA 10.0. The research methods included descriptive statistics, such as the Shapiro-Wilk test criterion, probability plots, and the dispersion analysis according to Kruskal and Wallis. The lowest significance of the descriptive statistics of natural drainage corresponds to the Irkutsko-Cheremchovskaya plains and the Kansko-Taishetskaya plains. For the Leno-Angarskoe plateau, the Predbaikalye basin

and Angarsky ridge the significance was higher, and the highest significance was found for the region of the Eastern Sayan Mountains. The application of the Shapiro-Wilk test shows that the values of the most common indicators of the various orographic units conflict with a normal distribution, except for the values of the Predbaikalye basin. By applying the Kruskal-Wallis test, which is a non-parametric analog of the one-factor dispersion analysis, the dependence of natural drainage on orography was established.

Keywords: natural drainage, Predbaikalye, melioration, orography, groundwater.

Предбайкалье представляет собой экономически развитый сельскохозяйственный регион с плодородными почвами. Однако для улучшения агрономических свойств почв и повышения качества сельскохозяйственных угодий необходим комплекс мелиоративных мероприятий. Одним из важных показателей возможностей и направлений развития мелиорации является естественная дренированность (ЕД), под которой понимается оценка интенсивности оттока и притока поверхностных и грунтовых вод мелиорируемых угодий [1].

Естественная дренированность является показателем, который при одинаковых природных условиях может определять различия при проведении мелиоративных мероприятий (орошение, осушение, тепловые и другие виды мелиорации). Показатель ЕД позволяет составить представление о мелиоративном состоянии территории, применяется для расчета притока и оттока грунтовых вод, а также для прогнозирования ситуаций, связанных с мелиоративным освоением территорий.

Исследованиям по дренированности посвящено незначительное количество работ. В первых публикациях [2, 3] предлагалось оценивать ЕД территории по интенсивности оттока грунтовых вод. Д. М. Кац, наряду с величиной подземного оттока грунтовых вод, при характеристике различных зон дренированности предлагает учитывать следующее: геоморфологические условия и литологический состав отложений; глубину залегания грунтовых вод; уклон зеркала грунтовых вод; скорость фильтрации и характер потоков; соотношение подземного оттока с испарением грунтовых вод; роль грунтовых вод в процессе почвообразования [4].

В. Г. Ткачук предлагает оценивать ЕД не путем непосредственного

определения величины оттока подземных вод, а через косвенные показатели, в качестве которых могут быть использованы геоморфологические особенности территории – степень расчлененности рельефа, т. е. возможность дренирования грунтовых вод современной эрозионной сетью [5].

На примере Барабинской низменности А. Д. Панадиади оценивал ЕД через коэффициент канализованности как отношение длины естественных водотоков и искусственной осушительной сети к площади [6].

Для оценки естественной дренированности территории Кемеровской области и равнинных районов Западной Сибири И. Н. Углановым кроме густоты и глубины эрозионного расчленения были учтены величины основных уклонов местности, под которыми понимается средний уклон элементарных водотоков по отношению к тальвегу долин рек, являющихся местными базисами эрозии (дренирования) [7]. По формуле расчета ЕД, предложенной И. Н. Углановым, в настоящем исследовании были рассчитаны показатели ЕД для Приольхонья и Приангарья [8, 9].

Цель данной работы – оценка зависимости естественной дренированности почв Предбайкалья от орографического положения исследуемой территории. Для этого необходимо провести расчет ЕД на основе морфометрических показателей, оценить наличие и степень зависимости между исследуемыми показателями с применением методов биологической статистики.

Материалы и методы

Для расчета естественной дренированности Предбайкалья необходимо было выявить морфометрические показатели и сделать по ним расчет. Такой способ расчета ЕД авторы считают наиболее приемлемым к данной территории, так как он позволяет учитывать сложное орографическое строение, а также влияние уклонов местности [7].

Формула расчета сводится к следующему:

$$P=i\frac{H}{F}, i=\frac{h_1-h_2}{l},$$

где P – естественная дренированность;

i – основной уклон местности;

H – суммарная длина всех элементарных водотоков бассейна реки, являющихся базисом эрозии (включая и ее длину);

F – площадь бассейна этой реки;

$h_1 - h_2$ – разница высоты его истока и устья;

l – длина элементарного водотока.

При расчете ЕД были использованы справочные материалы по суммарной длине всех элементарных водотоков бассейна реки, являющихся базисом эрозии, длине элементарного водотока [10-12]. Измерение площади бассейна реки производилось посредством палетки. Высоты устья и истока водотоков были получены с использованием топографических карт масштабов 1:10000, 1:25000, 1:50000.

Статистическая обработка полученных результатов (описательные статистики, критерий Шапиро-Уилка, дисперсионный анализ) проводилась в программе STATISTICA 10.0.

Результаты и обсуждение

Для территории Предбайкалья были подсчитаны показатели ЕД по основным орографическим единицам: Иркутско-Черемховская равнина, Канско-Тайшетская равнина, Ангарский кряж, Предбайкальская впадина, Лено-Ангарское плато, Прибайкалье и предгорья Восточного Саяна.

Оценку полученных результатов начнем с анализа описательных статистик (таблица 1).

Таблица 1 – Описательные статистики по каждой орографической единице

Орографическая единица	n	\bar{X}	Медиана	Min	Max	S
1	2	3	4	5	6	7
ЕД Лено-Ангарского плато	90	2,59	2,25	0,40	7,90	1,645
ЕД Иркутско-Черемховской равнины	64	0,95	0,75	0,10	3,00	0,740
ЕД предгорья Восточного Саяна	26	6,19	3,25	0,60	24,90	6,239
ЕД Ангарского кряжа	36	6	0,80	0,20	4,70	0,883

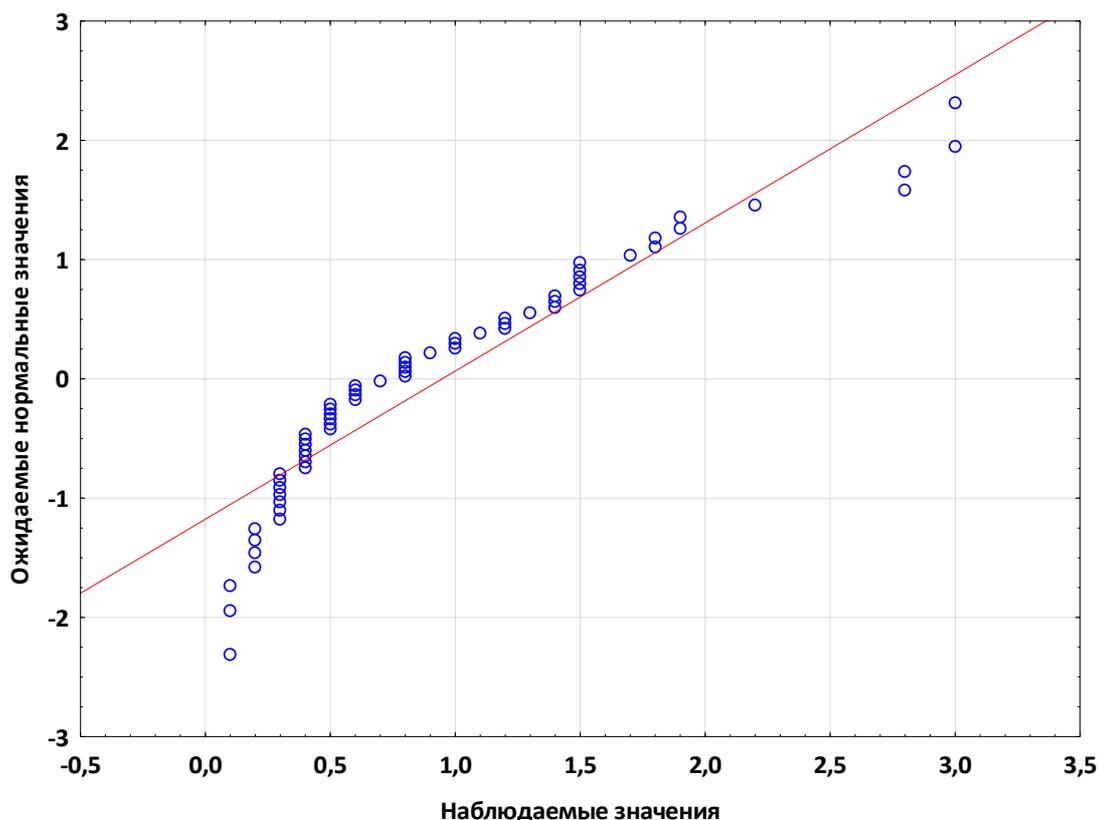
Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
ЕД Предбайкальской впадины	27	9	1,40	0,01	4,10	0,981
ЕД Прибайкалья	5	4,24	2,30	0,30	13,10	5,222
ЕД Канско-Тайшетской равнины	12	1,15	1,25	0,10	2,20	0,739

Примечание – n – количество наблюдений; \bar{X} – среднее значение; медиана – значение медианы; Min – минимальное значение; Max – максимальное значение; S – стандартное отклонение.

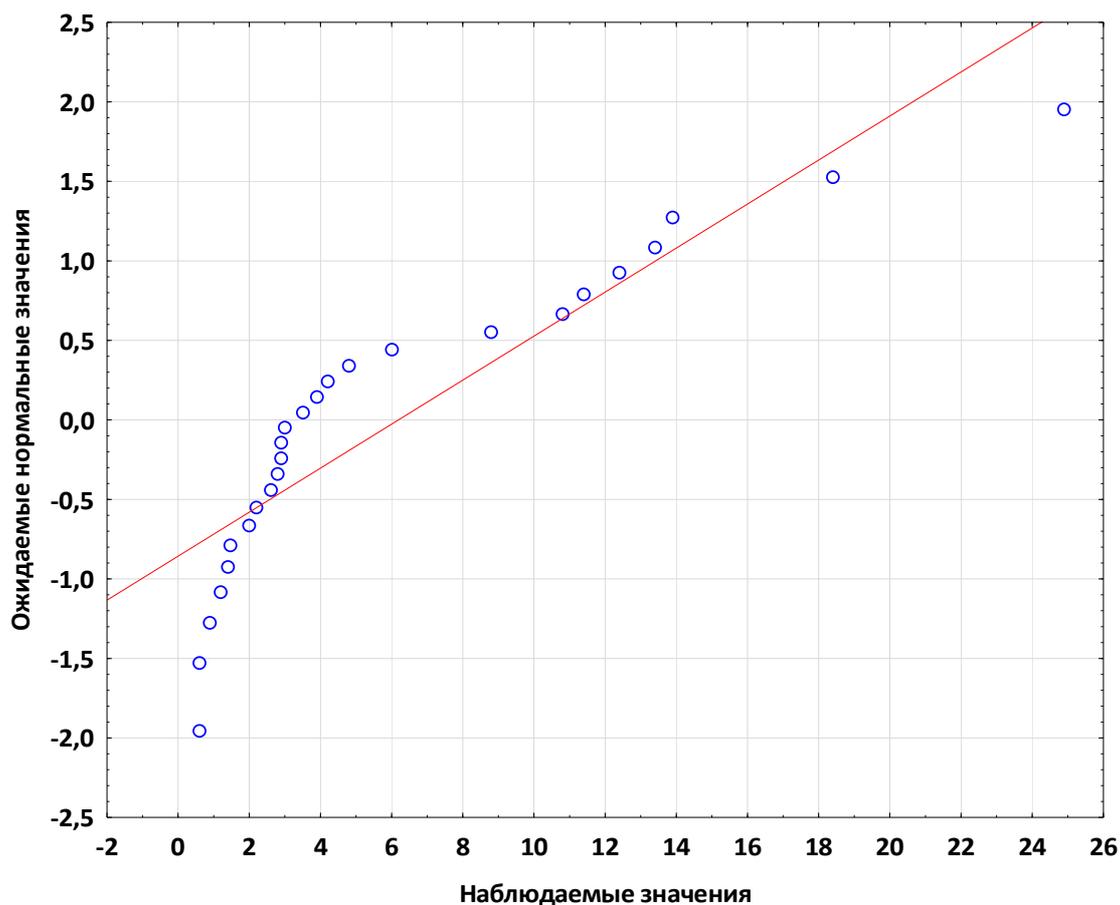
Наименьшие значения описательных статистик ЕД (среднее значение, медиана, минимум и максимум) соответствуют равнинам. Для Лено-Ангарского плато, Предбайкальской впадины и Ангарского кряжа эти значения выше, наибольшие – в прегорьях Восточного Саяна.

Для выбора критерия статистического анализа была проведена оценка нормальности распределения выборок критерием Шапиро-Уилка ($SW-W$) с построением нормальных вероятностных графиков. Примеры графиков для двух из семи выборок приведены ниже (рисунки 1-2).



Значение критерия Шапиро-Уилка ($SW-W$) = 0,87;
 принятый уровень значимости $P = 0,00001$

Рисунок 1 – Нормальный вероятностный график показателей ЕД Иркутско-Черемховской равнины



Значение критерия Шапиро-Уилка ($SW-W$) = 0,81;
 принятый уровень значимости $P = 0,0002$

Рисунок 2 – Нормальный вероятностный график показателей ЕД предгорья Восточного Саяна

На графиках (рисунки 1, 2) прослеживаются два различных интервала ожидаемого нормативного значения – в диапазонах от $-2,0$ до 0 и от 0 до $1,0$. Это можно объяснить тем, что алгоритм построения графиков ожидаемых нормальных значений предполагает ранжирование значений вариант от меньшего к большему, при этом изначально в сравниваемых выборках отличается вариационный размах. Кроме того, в выборках отсутствует нормальность распределения, что сказывается на тяжелых «хвостах графиков», и, как следствие, на отличиях диапазонов.

Во всех случаях, кроме выборки «Предбайкальская впадина», значения статистики $SW-W$ недостоверны ($P > 0,05$). Таким образом, для дальнейшего анализа рекомендуется использовать непараметрические критерии, не требующие допущения о нормальности распределения.

В данном исследовании использовался критерий Краскела-Уоллиса (T) – непараметрическая альтернатива дисперсионного анализа.

В связи с небольшим количеством данных для Прибайкалья эта орографическая единица была исключена из дальнейшего анализа.

Результаты применения критерия Краскела-Уоллиса приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты применения критерия Краскела-Уоллиса

Орографическая единица	N	Сумма рангов	Средний ранг
Иркутско-Черемховская равнина (1)	64	4981,00	77,83
Предгорья Восточного Саяна (2)	26	5062,50	194,71
Лено-Ангарское плато (3)	90	14840,00	164,89
Ангарский кряж (4)	36	3054,50	84,85
Предбайкальская впадина (5)	27	3539,00	131,07
Канско-Тайшетская равнина (6)	12	1163,00	96,92

Полученное значение статистики $T = 87,99$ ($P < 0,05$) позволяет говорить о наличии зависимости показателей естественной дренированности от орографии (рисунок 3).

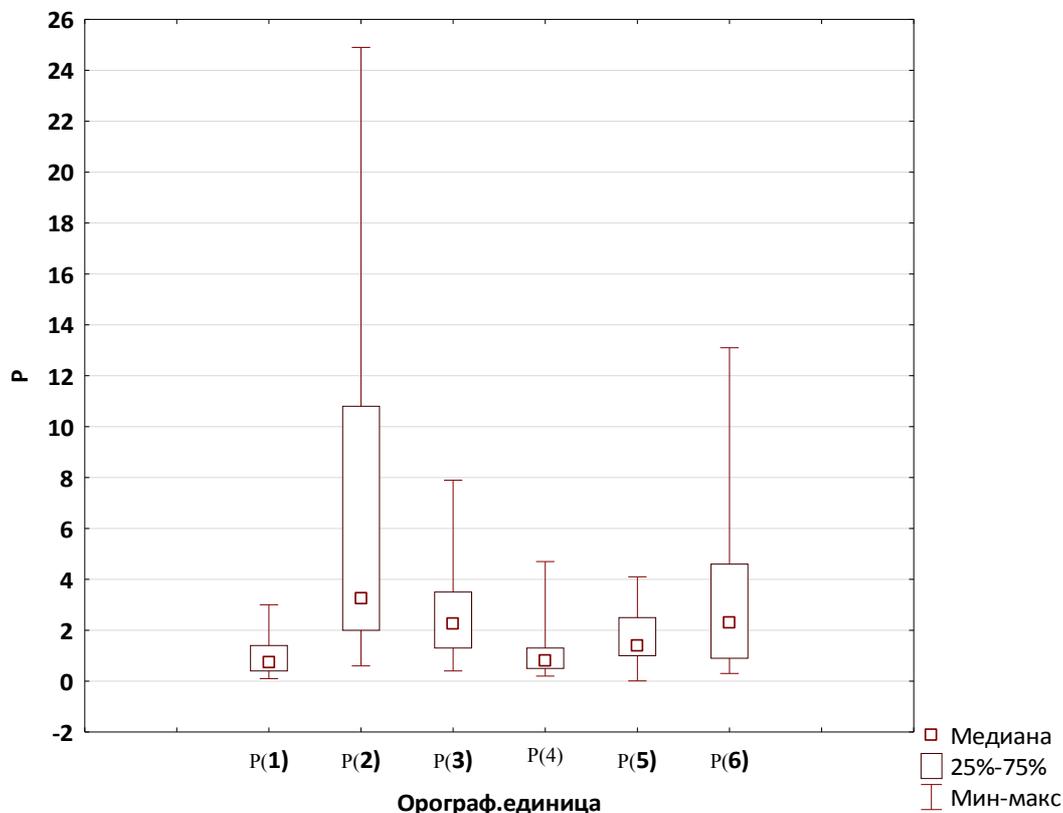


Рисунок 3 – Диаграмма «ящики с усами» распределения значений показателя ЕД в исследуемых выборках

Как видно из диаграммы, в среднем наибольшие значения соответствуют предгорью Восточного Саяна, меньшие – Лено-Ангарскому плато и наименьшие значения – Ангарскому кряжу и равнинам.

Критерий Краскела-Уоллиса для объединенных в одну группу по орографии Иркутско-Черемховской и Канско-Тайшетской равнин равен 87,32 ($P < 0,05$), что также доказывает связь между показателями естественной дренированности и орографии (таблица 3).

Таблица 3 – Результаты применения критерия Краскела-Уоллиса

Орографическая единица	<i>N</i>	Сумма рангов	Средний ранг
Предгорья Восточного Саяна	26	5062,50	194,71
Лено-Ангарское плато	90	14840,00	164,89
Ангарский кряж	36	3054,50	84,85
Предбайкальская впадина	27	3539,00	131,07
Иркутско-Черемховская и Канско-Тайшетская равнины	76	6144,00	80,84

Выводы

Оценка ЕД необходима для расчета притока и оттока грунтовых вод, а также прогнозирования и предупреждения возможного достижения грунтовыми водами критического положения на действующих и проектируемых мелиоративных системах.

Наименьшие значения описательных статистик ЕД соответствуют Иркутско-Черемховской и Канско-Тайшетской равнинам, для Лено-Ангарского плато, Предбайкальской впадины и Ангарского кряжа значения выше, и наибольшие значения у предгорья Восточного Саяна.

Применение критерия Шапиро-Уилка показывает, что почти все показатели ЕД различных орографических единиц противоречат нормальному распределению, кроме значений для Предбайкальской впадины.

С помощью применения критерия Краскела-Уоллиса, который является непараметрическим аналогом однофакторного дисперсионного анализа, установлено наличие зависимости показателей естественной дренированности почв Предбайкалья от орографического положения.

Список использованных источников

1 Угланов, И. Н. Региональные водоупоры и дренированность территорий юго-востока Западной Сибири / И. Н. Угланов // Географические проблемы при сельскохозяйственном освоении Сибири. – Новосибирск: Наука, 1977. – С. 11-18.

2 Саваренский, Ф. П. О принципах гидрогеологического районирования / Ф. П. Саваренский // Советская геология. – 1947. – № 19. – С. 19-23.

3 Приклонский, В. А. Некоторые закономерности формирования грунтовых вод в засушливых областях / В. А. Приклонский // Труды ЛГП АН СССР. – 1948. – Т. 1. – С. 97-111.

4 Кац, Д. М. Методические указания по гидрогеологическому районированию переувлажненных земель гумидной зоны для целей сельскохозяйственных мелиораций / Д. М. Кац, Б. С. Маслов. – М.: ВСЕГИБГЕО, 1967. – С. 12-25.

5 Ткачук, В. Г. Мелкомасштабное мелиоративно-гидрогеологическое районирование (на примере Причерноморской впадины) / В. Г. Ткачук, В. Л. Цапенко // Мелиоративное гидрогеологическое картирование и районирование на примере крупных орошаемых массивов юга УССР – Киев: Урожай, 1967. – С. 38-45.

6 Панадиади, А. Д. Барабинская низменность / А. Д. Панадиади. – М.: Изд-во Географической литературы, 1953. – 232 с.

7 Угланов, И. Н. Мелиорируемая толща почв и пород юга Западной Сибири / И. Н. Угланов. – Новосибирск: Наука, 1981. – 192 с.

8 Естественная дренированность Приольхонья / А. А. Сугаченко, О. Г. Лопатовская, Г. В. Кондратьева, О. Г. Николаева // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра. – Иркутск, 2007. – С. 185-186.

9 Лопатовская, О. Г. Оценка естественной дренированности территории Приангарья для целей мелиорации / О. Г. Лопатовская, А. А. Сугаченко // Мелиорация и водное хозяйство. – № 4. – 2008. – С. 43-45.

10 Ресурсы поверхностных вод. Гидрологическая изученность. Т. 17. Ленско-Индигирский район. Вып. 1. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 169 с.

11 Ресурсы поверхностных вод. Гидрологическая изученность. Т. 17. Ленско-Индигирский район. Вып. 2. – Л.: Гидрометеиздат, 1965. – 163 с.

12 Ресурсы поверхностных вод. Гидрологическая изученность. Т. 16. Ангаро-Енисейский район. Вып. 2. – Л.: Гидрометеиздат, 1965. – 223 с.

Сугаченко Анна Александровна – ассистент, Восточно-Сибирская государственная академия образования», Иркутск, Российская Федерация.

Контактный телефон: 89025767479.

E-mail: asugachenko@yandex.ru

Sugachenko Anna Aleksandrovna – Assistant, East-Siberian State Academy of Education, Irkutsk, Russian Federation.

Contact telephone number: 89025767479.

E-mail: asugachenko@yandex.ru

Гавриков Дмитрий Евгеньевич – кандидат биологических наук, доцент, Восточно-Сибирская государственная академия образования, Иркутск, Российская Федерация.

Контактный телефон: 89025662154.

E-mail: dega.irk@gmail.com

Gavrikov Dmitry Evgenievich – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, East-Siberian State Academy of Education, Irkutsk, Russian Federation.

Contact telephone number: 89025662154.

E-mail: dega.irk@gmail.com

Лопатовская Ольга Геннадьевна – кандидат биологических наук, доцент, доцент, Иркутский государственный университет, Иркутск, Российская Федерация.
Контактный телефон: 89021701887.
E-mail: lopatovs@gmail.com

Lopatovskaya Olga Gennadievna – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor, Irkutsk State University, Irkutsk, Russian Federation.
Contact telephone number: 89021701887.
E-mail: lopatovs@gmail.com