

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИИ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ (*Betula pendula*) В ООПТ ЮГА СИБИРИ

© 2009 Е.С. Булатова<sup>1</sup>, С.Г. Бабина<sup>1</sup>, С.С. Онищенко<sup>2</sup>,  
В.Б. Ильяшенко<sup>2</sup>, А.Е. Сонникова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Государственный природный заповедник «Кузнецкий Алатау», г. Междуреченск

<sup>2</sup> Кемеровский государственный университет

<sup>3</sup> Государственный природный биосферный заповедник «Саяно-Шушенский»,  
п. Шушенское

В статье приведены результаты изучения состояния популяции *Betula pendula* на территории ряда заповедников и национальных парков юга Сибири с помощью стандартных методов оценки флуктуирующей асимметрии листовой пластинки. В статье показано, что в каждой популяции имеется свой уровень естественных нарушений, который может сохраняться в течение ряда лет. Экстремальными воздействиями, которые приводят к существенному нарушению гомеостаза онтогенеза, могут быть, как естественные, так и антропогенные.

Ключевые слова: популяция, береза повислая, заповедник, онтогенез

Использование морфологических тестов по оценке качества среды, основанных на регистрации неспецифических реакций модельных видов на то или иное воздействие, обозначило проблему оценки фонового (естественного) уровня их проявления. Предлагаемая МПР РФ методика по оценке качества среды в федеральных ООПТ [3], где в качестве анализируемого показателя используется обобщенный индекс асимметрии билатерально симметричных структур, не позволяет отграничить отклонения в развитии, вызванных естественными причинами от антропогенно обусловленных.

**Цель настоящей работы** заключалась в оценке нарушения развития листовых пластинок березы повислой (стандартного модельного вида) в ООПТ Алтае-Саянского региона с учетом различий в

природно-климатических условиях, степени и характера антропогенных нагрузок.

**Материал и методы.** Исследовалось состояние березовых лесов в заповедниках: «Алтайский», «Кузнецкий Алатау», «Саяно-Шушенский», «Столбы» и «Хакасский» и национальном парке «Шушенский бор». Антропогенное влияние на эти ООПТ определяется загрязнениями из различных объектов, расположенных в сопредельных районах, рекреационной нагрузкой, замусориванием, влиянием гидротехнических сооружений [1, 4]. В качестве методической основы использованы методические рекомендации [3].

Исследовано 37 выборок листьев березы повислой, собранных в 2007-2008 гг. Общий объем материала около 3000 листьев. Предварительно выборки нормализованы путем исключения явно уклоняющихся образцов. Достоверность различий выборок по интегральному показателю асимметрии оценивалась критерием Стьюдента. Для классификации выборок с помощью кластерного анализа и выявления групп, обладающих наибольшим сходством в проявлениях асимметрии анализировались относительные показатели различия признаков левой и правой половин листа. Дендрограммы сходства строились методом невзвешенного попарного среднего в качестве меры расстояния использовалась дистанция Махаланобиса [7, 8].

*Булатова Евгения Сергеевна, старший научный сотрудник, аспирант. E-mail: Grizzli8@yandex.ru*

*Бабина Светлана Геннадьевна - заместитель директора по научной работе, аспирант. E-mail: babina.s@mail.ru*

*Онищенко Сергей Степанович, кандидат биологических наук, заведующий учебно-научной лабораторией. E-mail: bios@kemsu.ru*

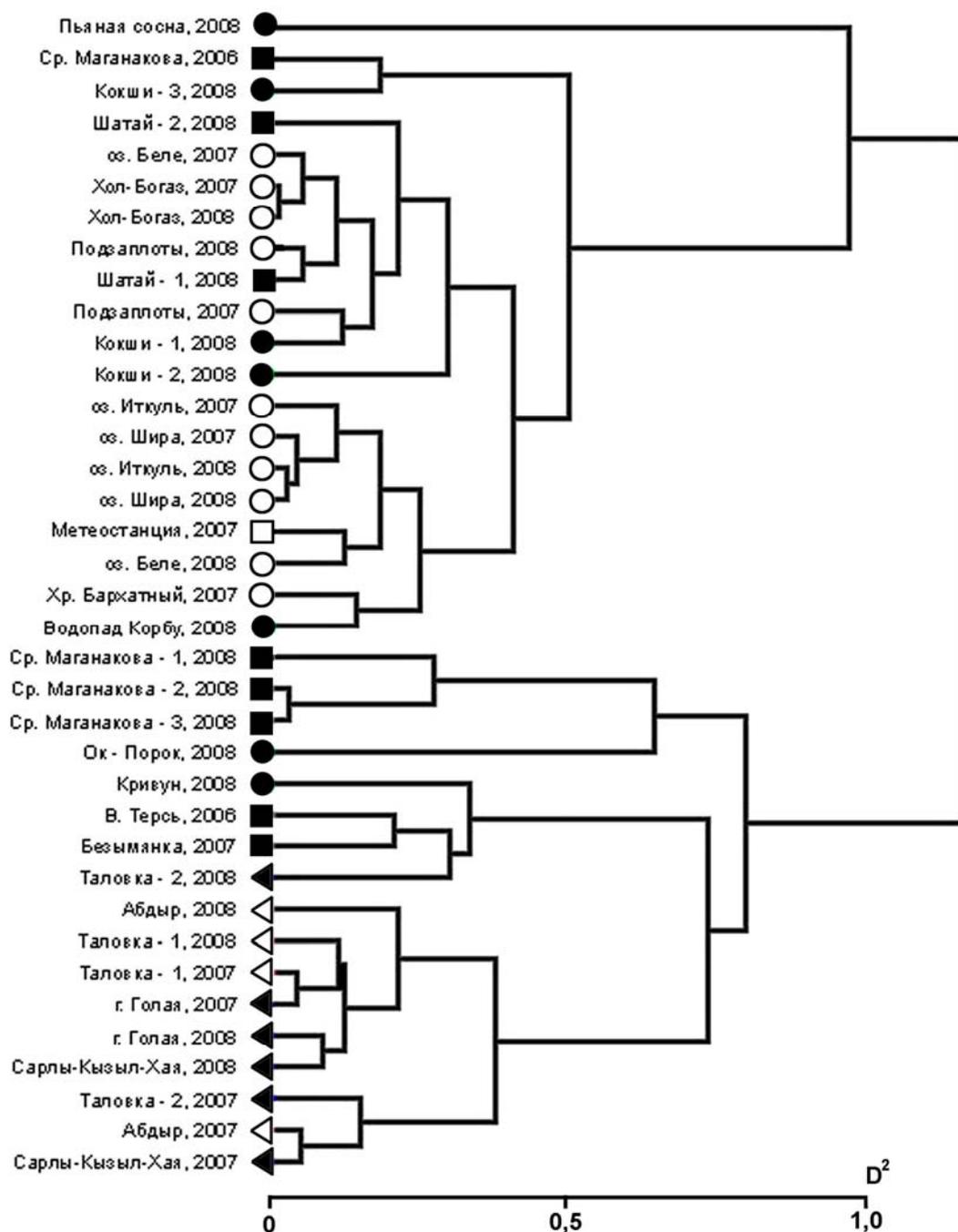
*Ильяшенко Вадим Борисович, кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии и экологии. E-mail: bios@kemsu.ru*

*Сонникова Александра Евгеньевна, ведущий научный сотрудник.*

*E-mail: zapoved7@yandex.ru*

**Результаты анализа.** Кластерный анализ разделил выборки листьев берез на две группы (рис. 1). Сходными по показателям асимметрии оказались популяции берез из двух сопредельных ООПТ: заповедник «Саяно-Шушенский» и природных парк «Шушенский бор». Вместе с частью выборок из заповедников «Кузнецкий Алатау» (рр. Ср. Маганакова – 2008 г., В. Терсь, Безымянка) и «Алтайский»

(хозяйственные зоны около Ок-Порок и Кривун) они образуют самостоятельный кластер в дендрограммах сходства. Остальные выборки группируются в другой кластер. Выборка из урочища Пьяная сосна (заповедник «Алтайский»), образует в дендрограммах сходства отдельную ветвь, что свидетельствует о самобытном характере морфологии исследованных листьев.



**Рис. 1.** Дендрограмма сходства выборок листьев березы повислой, где: заповедники «Кузнецкий Алатау» – черный квадрат, «Алтайский» – черный круг, «Хакасский» – белый круг, «Столбы» – белый квадрат, «Саяно-Шушенский» – черный треугольник и НП «Шушенский бор» – белый треугольник

Учитывая значение интегральных показателей асимметрии, рассчитанных для каждой выборки (табл. 1), установлено, что для выборок, образующих первый кластер характерны максимальные его значения, которые характеризуют уровень отклонений развития по пятибалльной шкале В.М. Захарова [3] выше средних. Соответственно во втором кластере объединяются выборки, у которых нарушения развития листовых пластинок менее выражены, на уровне ниже среднего. Анализ средних значений признаков листовой пластинки у выборок, относящихся к разным группам сходства показал, что чаще всего наиболее существенно они различаются

средними значениями двух признаков: длина жилки второго порядка и величина угла между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка. Разница в значениях промеров этих двух признаков на левой и правой сторонах и определяет величину интегрального показателя асимметрии у большинства выборок. Эта тенденция не обнаруживается только в популяции берез в урочище Пьяная сосна. У них выраженная асимметрия проявляется по ширине половин листа. Вероятно, это и является основной причиной обособления этой выборки на дендрограмме.

**Таблица 1.** Результаты описательной статистики интегрального показателя асимметрии выборок листьев березы из популяций ООПТ Саяно-Алтая

Место сбора, год	№ экз.	M ± m	min - max	&	CV, %
1	2	3	4	5	6
заповедник «Кузнецкий Алатау»					
Ср. Маганакова, 2006	34	0,030±0,004	0,00 – 0,09	0,021	69,44
Ср. Маганакова-1, 2008	98	0,062±0,003	0,00 – 0,14	0,028	45,50
Ср. Маганакова-2, 2008	98	0,058±0,003	0,01 – 0,15	0,026	45,02
Ср. Маганакова-3, 2008	100	0,058±0,003	0,00 – 0,14	0,026	44,94
В.Герсь, 2006	20	0,052±0,006	0,01 – 0,12	0,028	52,95
Безымянка, 2007	97	0,056±0,003	0,01 – 0,14	0,029	52,34
хр.Бархатный, 2007	98	0,040±0,003	0,00 – 0,12	0,025	64,22
р.Шатай-1, 2008	99	0,034±0,002	0,00 – 0,11	0,021	61,74
р.Шатай-2, 2008	50	0,037±0,003	0,01 – 0,09	0,019	50,93
заповедник «Столбы»					
Метеостанция, 2007	91	0,042±0,003	0,01 – 0,22	0,028	66,12
заповедник «Хакасский»					
оз. Иткуль, 2007	95	0,046±0,003	0,00 – 0,21	0,033	71,21
оз. Иткуль, 2008	99	0,044±0,003	0,00 – 0,12	0,026	57,93
оз. Шира, 2007	98	0,048±0,003	0,00 – 0,16	0,030	62,88
оз. Шира, 2008	96	0,045±0,003	0,00 – 0,12	0,026	56,60
оз. Белё, 2007	100	0,036±0,002	0,00 – 0,10	0,023	62,78
оз. Белё, 2008	97	0,040±0,003	0,00 – 0,15	0,026	63,43
Холл-Богаз, 2007	97	0,035±0,002	0,00 – 0,09	0,022	63,48
Холл-Богаз, 2008	100	0,035±0,002	0,00 – 0,10	0,024	68,28
Подзаплоты, 2007	88	0,033±0,003	0,00 – 0,11	0,026	77,90
Подзаплоты, 2008	98	0,032±0,002	0,01 – 0,08	0,017	53,92
заповедник «Алтайский»					
Кокши -1, 2008	30	0,034±0,004	0,00 – 0,09	0,021	60,39
Кокши -2, 2008»	30	0,042±0,004	0,01 – 0,10	0,023	54,31
Кокши -3, 2008	27	0,033±0,003	0,01 – 0,08	0,014	42,38
Ок-Порок, 2008	30	0,053±0,005	0,01 – 0,11	0,027	51,20
Кривун, 2008	30	0,059±0,006	0,02 – 0,12	0,034	57,72
Пьяная сосна, 2008	27	0,040±0,004	0,01 – 0,08	0,019	46,64
Водопад Корбу, 2008	30	0,044±0,005	0,01 – 0,13	0,028	64,24

1	2	3	4	5	6
национальный парк «Шушенский бор»					
Абдыр, 2007	99	0,042±0,002	0,01 – 0,11	0,018	43,52
Абдыр, 2008	100	0,044±0,002	0,01 – 0,09	0,018	40,36
Таловка-1, 2007	99	0,047±0,002	0,01 – 0,09	0,020	42,76
Таловка-1, 2008	97	0,046±0,002	0,01 – 0,09	0,018	40,15
заповедник «Саяно-Шушенский»					
г. Голая, 2007	98	0,046±0,002	0,00 – 0,10	0,020	44,45
г. Голая, 2008	99	0,046±0,002	0,01 – 0,14	0,020	42,39
Таловка-2, 2007	99	0,040±0,002	0,01 – 0,11	0,017	41,49
Таловка-2, 2008	99	0,051±0,002	0,01 – 0,11	0,019	36,69
Сарлы-Кызыл-Хая, 2007	95	0,041±0,002	0,01 – 0,10	0,017	40,80
Сарлы-Кызыл-Хая, 2008	99	0,047±0,002	0,01 – 0,11	0,019	40,13

Анализ многолетних изменений интегрированного показателя асимметрии показал, что он сохранялся на определенном уровне в течение двух лет в ряде популяций берез заповедников «Саяно-Шушенский», «Хакасский» и национального парка «Шушенский бор». Это может свидетельствовать об устойчивой реакции растений на определенный комплекс факторов, сложившийся в этих местностях. В заповеднике «Кузнецкий Алатау» на одном участке (р. Ср. Маганакова), напротив, отчетливо прослеживается резкое изменение показателя асимметрии листьев в 2008 г. по сравнению с 2006 г.

**Обсуждение результатов.** Рассмотренные популяции берез находятся в разных по лесорастительным условиям районах Алтае-Саянской горной системы, что приводит к распространению в разных районах Алтая и Саян лесов с особыми группами и сериями их типов [5]. Общей чертой для всех рассматриваемых территорий является доминирование среди коренных формаций светло- и темнохвойных лесов и среди лиственных – осинников. Березняки в горных районах Кузнецкого Алатау, Салаира, Алтая и Саян, не являются коренным типом леса. Формирование березняков происходит после нарушения коренных лесных формаций (окр. Ср. Маганакова, отдельные районы заповедника «Столбы»). В сухих теплых горных котловинах (Кузнецкая и Минусинская) береза, вместе с сосной формирует нижний лесостепной пояс, а в степях, произрастает по относительно влажным понижениям или северным склонам возвышений (окр. оз. Шира, Иткуль, Белё).

В условиях произрастания берез в ООПТ региона имеются различия в степени и видах антропогенной нагрузки. Так, в Алтайском заповеднике припоселковые леса испытывают рекреационную нагрузку, в окр. оз. Шира и Иткуль происходит еще и замусоривание территории. В Кузнецком Алатау в окр. п. Белогорск (р. Безымянка) обнаружено повышенное содержание в хвое кедра и пихты загрязняющих химических веществ [4, 6]. Территории заповедника «Столбы» испытывает не только рекреационную нагрузку, но и многолетнее влияние металлургических предприятий г. Красноярск, что привело к формированию очагов концентрации тяжелых металлов в почве и растительном покрове (Экологический атлас заповедника «Столбы»).

Учитывая эти особенности, результаты анализа можно интерпретировать следующим образом. Популяции берез из заповедника «Саяно-Шушенский» и национального парка «Шушенский бор» характеризуются стабильно высоким уровнем нарушения развития листовых пластинок. Это, скорее всего, отражает естественный популяционный уровень флуктуирующей асимметрии, который ежегодно регистрируется в связи с особыми природными условиями произрастания (северные макросклоны хребтов) и климатическими особенностями, возникшими после затопления Саяно-Шушенского водохранилища в 1979-1988 гг.: увеличение средних годовых температур, количества осадков, длительности безморозного периода и т.д.

Близки по проявлениям флуктуирующей асимметрии популяции березы кластерных участков: Белё, Шира, Иткуль (заповедник «Хакасский»). Эти леса, образуют в степных районах разреженные, занимающие небольшие площади, массивы по берегам озер, которые, как правило, отличаются относительно высокими показателями асимметрии листовых пластин. В степях межгорных котловин береза распространена спорадично, т.к. климатические и почвенно-грунтовые условия для нее не являются оптимальными. В свою очередь рекреационная нагрузка и замусоривание территории могут их несколько ухудшить, что и вызывает повышение уровня нарушения развития листьев.

Более отчетливая картина антропогенного влияния на лесные насаждения прослеживается в заповеднике «Алтайский». Здесь нарушения развития листьев берез наблюдается в лесных массивах хозяйственной зоны (окр. п. Яйлю). В весенне-летний период они испытывают интенсивную рекреационную нагрузку. В остальных районах, хотя они также являются объектами рекреации, состояние берез более благополучно. В местах посещения туристов воздействия имеют хотя и интенсивный, но локальный характер, не приводящий к значительным по площади изменениям почвенного покрова (уплотнение), травянисто-кустарничкового яруса (изменение видового состава) и состава окрестных лесов, т.е. не вызывают изменений в корневом питании растений и микроклимате. Припоселковые леса, кроме рекреации, постоянно находятся под воздействием более обширной и постоянной во времени деятельности местных жителей (выпаса скота и т.д.), что в итоге приводит к изменению почвенного покрова и микроклиматической ситуации на значительных площадях.

В заповеднике «Кузнецкий Алатау» по степени нарушенности развития листьев берез выделяются окр. р. Безымянка, Верхняя Терсь и Ср. Маганакова (2008 г.). В окр. р. Безымянка, вероятно, основным фактором являлось загрязнение растительности на хр. Безымянном, выбросами взрывных работ Белогорского рудника [4].

Показательно, что березы, произрастающие на противоположной стороне р. Кия (хр. Бархатный), который не подвергается загрязнению, отличаются нормальным развитием листьев. В окр. р. В. Терсь из-за недостатка материала по антропогенным воздействиям объяснить высокий уровень нарушений развития пока не представляется возможным. По сравнению с 2006 г. в окр. р. Ср. Маганакова в 2008 г. наблюдался резкий рост показателей асимметрии листьев. В этот сезон в районе сформировался очаг листовертки, поразившей значительные массивы березняков, что и привело к резкому нарушению развития листьев.

Заповедник «Столбы» находятся в зоне влияния промышленных выбросов. На его территории по уровню атмосферного загрязнения растительности поллютантами выделяются два аномальных участка, это пригородная часть и район Кайдынского хребта [9]. Однако мы располагали материалом, собранным только в пригородной зоне, что не позволяет определить корреляцию нарушений листовой пластинки берез от степени и характера загрязнений территории этого заповедника.

Выводы: результаты исследования демонстрируют неоднозначный характер реакций популяций березы повислой в северо-восточном секторе Алтае-Саян. В каждой популяции имеется свой уровень естественных нарушений, который может сохраняться в течение ряда лет. Экстремальными воздействиями, которые приводят к существенному нарушению гомеостаза онтогенеза, могут быть, как естественные, так и антропогенные. В каждом случае такие отклонения от средней популяционной нормы (многолетней) требуют специального анализа.

**Благодарности.** Выражаем искреннюю признательность сотрудникам заповедников: «Столбы» - А.М. Хриганкову, «Алтайский» - С.В. Чухонцевой, «Саяно-Шушенский» - Е.С. Чикуровой, «Хакасский» - Н.В. Игай, Е.Г. Макеевой, за неоценимую помощь в сборе материала.

Исследования, результаты которых изложены в сообщении, выполнены в рамках работ по проекту «Мониторинг биологического разнообразия на ООПТ Алтае-Саянского экорегиона», осуществляемого национальным фондом «Страна заповедная» при финансовой поддержке компании РУСАЛ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Булатова, Е.С. Морфологические и генетические аспекты оценки качества среды в ООПТ Алтае-Саянского экорегиона / Е.С. Булатова, С.Г. Бабина, С.С. Онищенко и др. // Научные труды Ассоциации заповедников и национальных парков Алтае-Саянского экорегиона: Вып. 1. Мониторинг биоразнообразия на особо охраняемых природных территориях Алтае-Саянского экорегиона. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. – С. 74-84.
2. Захаров, В.М. Здоровье среды: практика оценки / В.М. Захаров, А.Т. Чубинишвили, С.Г. Дмитриев и др. // М.: Центр экологической политики России, 2000. – 320 с.
3. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур). Утверждены Распоряжением МПР № 460-р от 16.10.2003. – М., 2003.
4. Новоселова, Е.Е. Оценка загрязнения природной среды ООПТ Алтае-Саянского экорегиона на основе определения содержания в снежном покрове токсичных поллютантов / Е.Е. Новоселова, А.С. Шишкин, С.Г. Бабина и др. // Научные труды Ассоциации заповедников и национальных парков Алтае-Саянского экорегиона: Вып. 1. Мониторинг биоразнообразия на особо охраняемых природных территориях Алтае-Саянского экорегиона. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. – С. 69-74.
5. Смагин, В.Н. Типы лесов гор Южной Сибири / В.Н. Смагин, С.А. Ильинская, Д.И. Назимова и др. // Новосибирск: Наука, 1980. – 336 с.
6. Сторожев, В.П. Оценка жизненного состояния кедровых и пихтовых лесов ООПТ Алтае-Саянского экорегиона (с определением содержания в хвое фтора, серы и тяжелых металлов) / В.П. Сторожев, И.Н. Третьякова, Е.В. Бажина и др. // Научные труды Ассоциации заповедников и национальных парков Алтае-Саянского экорегиона: Вып. 1. Мониторинг биоразнообразия на особо охраняемых природных территориях Алтае-Саянского экорегиона. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. – С. 62-68.
7. Песенко, Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. – М.: Наука, 1982. – 281 с.
8. Пузаченко, Ю.Г. Математические методы в экологических исследованиях. – М.: Academia, 2004. – 416 с.
9. Экологический атлас заповедника «Столбы» <http://stolby.torins.ru/>

**ESTIMATION OF THE CONDITION OF COMMON BIRCH POPULATION (*Betula pendula*) IN SPECIALLY PROTECTED NATURAL TERRITORY OF SOUTH SIBERIA**

© 2009 E.S. Bulatova<sup>1</sup>, S.G. Babina<sup>1</sup>, S.S. Onishchenko<sup>2</sup>, V.B. Iliyashenko<sup>2</sup>, A.E. Sonnikova<sup>3</sup>

<sup>1</sup> State Natural Reserve «Kuznetsk Ala Tau», Mezhdurechensk

<sup>2</sup> Kemerovo State University

<sup>3</sup> State Natural Biosphere Reserve «Sayano-Shushenskiy», s. Shushenskoe

In article results of studying of a condition of population *Betula pendula* in territory of some reserves and national parks of the south of Siberia by means of standard methods of an estimation of fluctuating asymmetry of a sheet plate are resulted. It is shown, that in each population there is a level of natural breaking which can be preserved for a number of years. Extreme influences which lead to essential breaking of a ontogenesis homeostasis, can be both natural and anthropogenous.

Key words: population, common birch, reserve, ontogenesis

*Evgeniya Bulatova, Senior Research Fellow, Graduate Student. E-mail: Grizzli8@yandex.ru*

*Svetlana Babina, Deputy Director on Scientific Work, Graduate Student. E-mail: babina.s@mail.ru*

*Sergey Onishchenko, candidate of Biology, Head of the Educational-scientific Laboratory. E-mail: bios@kemsu.ru*

*Vadim Iliyashenko, Candidate of Biology, Associate Professor at the Zoology and Ecology Department. E-mail: bios@kemsu.ru*

*Alexandra Sonnikova, Chief Research Fellow. E-mail: zapoved7@yandex.ru*