3. Sustainable mobility. URL: http://www.siemens.com/cities
4. Якшин А.М., Говоренкова Т.М. и др. Графоаналитический метод в градостроительных исследованиях и проектировании. — М.: Стройиздат, 1979. - 204 с.

ПОДДЕРЖАНИЕ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ ЖИВОТНЫХ И РАСТИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗМОВ В ГОРОДСКИХ ЭКОСИСТЕМАХ (ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД)

[1] Макеева В.М., [1] Смуров А.В., [2]Политов Д.В., [2]Белоконь М.М., [2]Белоконь Ю.М., [1] Суслова Е.Г., [3] Калинин А.А.
[1] Московский государственныйй университет имени М.В. Ломоносова
Москва, Россия, e-mail: vmmakeeva@yandex.ru
[2]Федеральное бюджетное учреждение науки Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова Российской академии наук (ИОГен РАН)
Москва, Россия
[3]Некоммерческая организация природоохранный фонд «Верховье»
Москва, Россия

MAINTAINING THE VIABILITY ANIMALS AND PLANT ORGANISMS IN URBAN ECOSISTEMS (ECOLOGO-GENETIC APPROUCH)

V.M. Makeeva [1] , A.V. Smurov[1], D.V. Politov [2] , M.M. Belokon [2] , U.M. Belokon [2] , E.G. Suslova[1], A.A. Kalinin[3] [1]Lomonosov Moscow State University
Moscow, Russia, e-mail: vmmakeeva@yandex.ru
[2] Vavilov Institute of General Genetics Russia Academy of Sciences
Moscow, Russia
[3]Nature Conservation Foundation "Verkhovie"
Moscow, Russia

Abstract.
Ecologo- genetic approach is the basis genourbanology - independent scientific perspective and practical direction of the selected authors (the synthesis of population genetics and ecology of the system), which is committed to the knowledge of the genetic parameters and laws of conservation of human and ecosystem stability especially in urban landscapes. This approach (that is methodology, the concept, strategy, technologies) has been tested in the ecosystems of the urban specially protected territories of Moscow and Moscow region.

The state of the genofond of the organisms (model species) populations whose natural habitat is the fragmented landscape of Moscow and the Moscow Region (36 animals populations and 4 plants populations) was assessed. Our experience confirms efficiency of this approach in maintaining the viability animals and plant organisms in urban ecosystems.

В настоящее время урбанизация признана важнейшей особенностью современной цивилизации. Одним из основных воздействий урбанизации на природные сообщества организмов стала фрагментация ландшафта. Следствием глобальной фрагментации является масштабный процесс распадения ареалов видов на мелкие изоляты (инсуляризация), в которых происходит резкое уменьшение разнообразия генофонда, снижение способности к адаптации и неизбежноести вымирание популяций [Дубинин, 1931; Макеева, 2003; Wright, 1922].

Проблема поддержания стабильности деградирующих экосистем биосферы связана с поддержанием устойчивости всех уровней ее организации, включая популяционно-генетический, в котором главная роль принадлежит поддержанию разнообразия (качества) популяционных генофондов. Разнообразие генофонда природных популяций видов является важнейшим условием существования биоразнообразия на Земле [Алтухов, 2003]. Оно обеспечивает поддержание гомеостаза популяций и их адаптацию к меняющимся условиям среды и является важнейшей характеристикой экосистем. В условиях глобальной урбанизации планеты сохранение биоразнообразия является одним условий устойчивого развития человечества [Конвенция устойчивого развития мира, 1993].

Многолетние (с 1975 г.) исследования динамики генофонда популяций модельных объектов (животных и растений), обитающих в условиях антропогенной фрагментации ландшафта Москвы и Подмосковья [Макеева и др., 1995, 2004, 2005, 2006, 2013 б], показали, что традиционный подход к охране биоразнообразия, связанный с выделением заповедных территорий (парков, заказников и других особо

охраняемых природных территорий), в условиях фрагментированного ландшафта не достаточен для обеспечения устойчивого сохранения биоразнообразия, являющегося основой устойчивости городских экосистем. Это связано с резким антропогенным изменением состояния генофонда популяций, происходящим вследствие отрицательных генетических процессов – дрейфа генов и инбридинга [Wright, 1922].

Для сохранения биоразнообразия урбанизированных ландшафтов авторами разработан эколого-генетический подход (методология, концепция, стратегия, диагностика, генетические методы восстановления) [Макеева, 2008; Макеева. Смуров, 2010 а, Макеева и др., 2011 а], при котором, наряду с территориальной охраной, необходимо управление качеством генофонда.

Принципы и методы сохранения биоразнообразия урбанизированных ландшафтов разработаны авторами в рамках выделенного ими самостоятельного научно-практического направления - геноурбанологии, возникшего в синтезе популяционной генетики и системной экологии [Макеева, Смуров, 2010 а,6,; Макеева и др., 2013а: Makeeva et all., 2013]. Задача геноурбанологии состоит в познании генетических параметров и закономерностей сохранения устойчивости и восстановления экосистем антропогенных и особенно урбанизированных ландшафтов.

Геноурбанология опирается на данные разработанной авторами эколого-генетической диагностики [Макеева, Смуров, 2011 в], которая оценивает состояние популяционно-генетической организации экосистем. Эколого-генетическая диагностика включает количественную оценку состояния генофонда и прогноз длительности существования популяций на основе их эффективной численности). Оценка состояния (качества) генофонда популяции дает возможность количественно определить степень его отклонения от эталонных природных популяций, то есть от «оптимального эволюционно сложившегося генного разнообразия», характерного для популяций каждой зональной экосистемы.

Для генетических аспектов охраны природы важно знать, что уменьшение разнообразия генофонда (чаще всего уменьшение гетерозиготности) связано с практически важными свойствами, такими как уменьшение жизнеспособности, плодовитости, уменьшение скорости роста [Алтухов, 2003]. Знание об изменении количественных параметров генофонда позволяет наметить стратегию его стабилизации и восстановления.

Серия работ по оценке состояния генофонда исследованных популяций [Макеева и др., 2005, 2006], прогнозу длительности их существования, экспериментальным работам по оздоровлению генофонда популяций [Макеева, Смуров, 20011 в], разработке эколого-генетического подхода к сохранению животного мира в урбанизированных ландшафтах [Макеева. 2008; Макеева, Смуров, 2010 а; Макеева и др., 2011а], явилась обоснованием для выделения нового научно-практического направления – геноурбанологии [Макеева, 2005, 2008; Макеева,Смуров, 2010 б; Макеева и др., 2013 а].

Изучение состояния генофонда городских популяций животных и обоснование геноурбанологии было проведено в рамках правительственной программы по «Восстановлению биоразнообразия города Москвы». Было выполнено три целевых проекта по «Восстановлению генетического разнообразия популяций исчезающих видов беспозвоночных и позвоночных животных на ООПТ (особо охраняемых природных территориях) города Москвы», на примере модельных объектов (2002-2003). Изучение генофонда популяций растений из Подмосковья (на примере ели европейской) проведено в 2012 году [Макеева и др., 2013 б]. Ниже кратко изложены результаты проведенных исследований, главным образом, на примере модельных видов животных.

Материалы и методы

Для исследования состояния генофонда городских популяций животных впервые в России и в мире была создана система городского эколого-генетического мониторинга [Макеева и др., 2005, 2006], состоящая из 36 популяций модельных видов, из них 21 популяция из ООПТ города Москвы. В качестве модельных объектов для изучения динамики генофонда популяций использовались кустарниковая улитка *Bradybaena fruticum* (Müll.)**,** Mollusca**,** Gastropoda (с 1975 г.) и два вида бурых лягушек - остромордая *Rana arvalis* Nills. и травяная *Rana temporaria* L. (с 2003 г.).

Всего обследовано 20 популяций кустарниковых улиток, из которых 12 обитают на ООПТ г. Москвы, и 16 популяций бурых лягушек, из них 9 городских популяций. Остальные популяции животных были собраны в 5 пунктах Северо-Западного Подмосковья, Новгородской и Калужской областях. Всего исследовано более 30000 раковин моллюсков и более 9000 методом электрофореза (1975-2005 гг.), из них около 3000 улиток – по 13 полиморфным изоферментным локусам (2002-2003 гг.). Исследовано 554 лягушки по 7 полиморфным локусам, 21 аллелю.

Исследование состояния генофонда популяций растений проведено на примере ели (Picia abies (L.) Karst.) Всего обследовано 4 популяции ели из двух районов Подмосковья: Раменского и Одинцовского. Из каждого района исследовано по одной условно-коренной популяции, а также короткопроизводная популяция (Одинцовский район) и лесопосадка (Раменский район). Исследовано по 37 особей в каждой популяции, по 24 полиморфным изоферментным локусам (Макеева и др., 2013 б).

Подробно эколого-генетическая диагностика состояния популяций, включающая оценку разнообразия генофонда и прогноз длительности существования популяций с учетом их эффективной численности, изложена в предыдущих публикациях [Макеева, 2008; Макеева, Смуров, 2011 в].

Методика оценки состояния генофонда заключается в сравнении генетических параметров изменчивости городских популяций с крупными природными эталонными популяциями [Макеева и др., 1995, 2005,2006]. Для оценки генетического разнообразия использовались следующие количественные показатели: доля полиморфных локусов, среднее и эффективное число аллелей на локус, наблюдаемая и ожидаемая гетерозиготность.

Расчет прогноза длительности существования популяций проведен в соответствии с формулой, предложенной М.Э. Сулеем [Сулей, 1983]:

$t=1{,}5\ Ne$,

где t – число поколений, Ne – эффективная численность популяций.

Результаты и обсуждение

В целом, по результатам исследования, выявлен факт резкого сокращения генетического разнообразия мелких изолятов урбанизированного ландшафта по сравнению с эталонными природными популяциями: у кустарниковой улитки – до 70 %, у травяной лягушки – до 50 %, у остромордой – до 80 % [Макеева и др., 2005, 2006]. .

Анализ генофонда популяций показал, что генетическое разнообразие 77 % популяций животных в городе Москве и 23 % популяций в Подмосковье уменьшилось на 50-80 %, следствием чего является снижение их жизнеспособности и неизбежное вымирание.

Главный итог количественной оценки состояния генофонда популяций состоит в следующем: выявлена глобальная тенденция необратимого увеличения степени гомозиготности генофонда городских популяций, что означает одновременное снижение их жизнеспособности. Экспериментально доказано, что увеличение гомозиготности в популяциях на 10% приводит к снижению общей репродуктивной способности не менее, чем на 25% [Frankel, Soule, 1981].

Выявлены причины изменения качества генофонда мелких изолированных городских популяций лягушек – дрейф генов и сопутствующий ему инбридинг, действие которых является следствием антропогенной фрагментации ландшафта.

В целом, оценка состояния генофонда и анализ результатов действия эволюционных факторов (естественного отбора, дрейфа генов) позволяет сделать нетривиальный вывод о том, что ведущая роль в уменьшении разнообразия и вымирании животных мелких изолятов урбанизированных ландшафтов принадлежит отрицательным генетическим процессам – дрейфу генов и сопутствующему ему инбридингу. Даже при создании идеальных экологических условий для обитания животных в городе, процесс их исчезновения будет продолжаться и его скорость будет увеличиваться, так как решающую роль в процессе вымирания диких животных, обитающих в изолятах, играют генетические причины [Wright, 1922].

Единство законов популяционной генетики позволяет экстраполировать данные, полученные в пределах ограниченной территории для популяций малоподвижных животных, для суждения о процессах вымирания видов с большей подвижностью и охватывающих обширные территории, включая континенты.

Оценку состояния генофонда подтверждает прогноз длительности существования 36 московских популяций трех модельных видов животных, рассчитанный по данным их эффективной численности (2002-2003 гг.): более 56 % популяций может исчезнуть в ближайшие 100 лет, из них 28% - за 25 лет, при стандартном подходе к охране животных (территориальной охране) [Макеева, 2008; Макеева, Смуров, 2010 а]. Прогноз скорости исчезновения московских популяций кустарниковой улитки:

в ближайшие 25-30 лет может исчезнуть 25% городских популяций;

за 100-200 лет может исчезнуть 75% популяций;

только 25% популяций имеют шанс на длительное существование (около 500 лет).

Прогноз скорости исчезновения московских популяций бурых лягушек:

для R. arvalis: в ближайшие 15-20 лет может исчезнуть 67 % популяций;

за 60-80 лет может исчезнуть 100% популяций, т.е. исчезнет вид в целом.

Для R. temporaria: 50 % популяций может исчезнуть в ближайшие 100 лет, из них половина - за 25 лет.

Таким образом, результаты проведенных исследований показывают, что большинство существующих московских природных особо охраняемых экосистем слишком малы и не способны обеспечить сохранение видов животных по чисто генетическим и эволюционным причинам. Очевидно, что эти генетические и эволюционные критерии являются убедительными и необходимыми для переоценки современных природоохранных программ.

Результаты сравнительного анализа естественных популяций ели и лесопосадок выявили связь между состоянием генофонда и степенью пораженности короедом [Макеева и др., 2013 б].

Установлено, что коренные популяции из двух районов Московской области не отличаются между собой (при $p = 0{,}05$) по совокупности частот аллелей. Выявленные генетические показатели близки к показателям природных популяций Центрального региона Восточно-Европейской части лесной зоны. В Раменском районе (Кратово) пораженная короедом популяция (степень пораженности короедом 90%) достоверно отличается ($p = 0{,}05$) от коренной (степень пораженности короедом 0%) как по совокупности всех локусов, так по трем предположительно адаптивным локусам (Fe-2, Idh-1, Mdh-3). В Одинцовском районе (Звенигороде) незначительно пораженная короедом популяция (степень пораженности ероедом

20%), достоверно отличается от коренной (p = 0, 01) по двум, предположительно адаптивным локусам (Gdh, Idh-1). Достоверных различий по степени гетерозиготности между здоровыми и пораженными популяциями не найдено. Однако, в пораженных популяциях значение коэффициента инбридинга значительно выше чем в здоровых популяциях (для локусов *Idh-1, Lap-2*). Таким образом, условно коренные популяции ели более устойчивы к поражению короедом, по сравнению с лесопосадками.

По результатам исследования разработана эколого-генетическая концепция и стратегия сохранения биоразнообразия антропогенных экосистем.

Главная идея эколого-генетической концепции охраны биоразнообразия антропогенных экосистем состоит в признании необходимости и возможности восстановления, сохранения и устойчивого использования природных популяций (растений, диких животных и других организмов), обитающих в городских охраняемых природных экосистемах (ООПТ), используемых в целях рекреации. Эта идея соответствует генеральной линии современной стратегии охраны биоты, сформулированной в конвенции «О биологическом разнообразии»: сохранении в процессе устойчивого использования [Конвенция.., 1995].

Главная стратегическая задача - восстановление и поддержание разнообразия (качества) генофонда природных популяций как основы для восстановления и сохранения деградирующих экосистем.

Стратегия охраны животных антропогенных экосистем Земли [Макеева, 2008, Макеева и др., 2005, 2011а, 2013 а] должна быть нацелена на переход от исключительно территориальной пассивной охраны и невмешательства к активному восстановлению и устойчивому сохранению генофонда популяций.

Результаты исследования популяций растений позволяют сделать следующее заключение: современная стратегия управления лесами должна быть ориентирована, на сохранение «оптимального» генетического разнообразия популяций, характерного для данной природной зоны, наряду с сохранением максимального видового богатства, разновозрастности и других характеристик естественных лесов, определяющих пространственную сопряженность между всеми факторами системной организации природного комплекса.

Указанное направление деятельности должно способствовать достижению основной цели стратегии сохранения биоразнообразия – разработке и внедрению научных механизмов сохранения генетического разнообразия природных популяций антропогенных экосистем, обеспечивающих их устойчивое существование и длительное использование.

Технология восстановления и устойчивого сохранения природных популяций животных, обитающих в охраняемых природных экосистемах урбанизированных ландшафтов, используемых в целях рекреации, должна быть направлена на 1) организацию искусственных генетических потоков из природы или зоокультуры, 2) контроль за состоянием генофонда всех охраняемых видов, в том числе исчезающих и ключевых видов экосистем. Внедрение новых технологий диктуется выявленным масштабом и степенью антропогенного преобразования генофонда популяций.

Формирование жизнеспособных лесокультур и реставрация нарушенных деятельностью человека популяций растений в урбанизированных ландшафтах должна производиться с учетом состояния генотипов используемого для этих целей посадочного материала.

Выявление степени антропогенного изменения генофонда позволило количественно охарактеризовать его состояние (используя примерные количественные градации), и связать его с необходимостью оздоровления генофонда популяций [Макеева, 2008; Макеева, Смуров, 2011в]. Снижение генетической изменчивости на 10-20 % характеризует генофонд популяций как стабильный, от 20 до 60 % - как кризисный, от 60 % и выше – как катастрофический. Если уровень генетической изменчивости обследованной популяции соответствует двум последним градациям, то её генофонд нуждается в контроле и оздоровлении.

Результаты проведенного эксперимента по обогащению генофонда четырёх популяций кустарниковой улитки подтвердили эффективность использования генетических технологий в целях сохранения и длительного устойчивого использования популяций животных урбанизированных ландшафтов. Контроль сдвига частот аллелей по признаку полосатости раковин проведен у молоди следующего поколении улиток, во всех случаях выявлен достоверный сдвиг частоты аллеля полосатости.

Необходимо подчеркнуть, что генофонд всех популяций, находящихся в критическом состоянии, никогда не восстановится сам, а может быть восстановлен только с помощью человека. Применение генетических технологий оздоровления позволяет восстановить генофонд практически любой популяции исчезающего вида, при условии, что это не единственная существующая популяция.

Необходимо отметить, что практические мероприятия по восстановлению генофонда видов должны предварять специальные исследовательские программы по изучению популяционно-генетической структуры видов. При планировании восстановительных работ, помимо малой численности, необходимо учитывать также биологические особенности видов, а также лимитирующие факторы, формы и механизмы воздействия человека на популяции. Чаще всего виды исчезают в результате комплексного воздействия, сопровождающегося синергетическим и кумулятивным эффектом.

Проведенные исследования показали, что генетические показатели состояния популяций животных несут ценную информацию о степени антропогенного изменения и тенденциях развития экосистем. Их необходимо учитывать не только при организации охраны растительных и животных организмов, но и при составлении научных программ по восстановлению деградирующих охраняемых городских экосистем в

целом. Высокая информативность генетических параметров популяций позволяет использовать их в системе показателей, используемых для определения деятельности ООПТ по сохранению редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных и растений [Дежкин, 2006].

Геноурбанология, опираясь на знание состояния количественных параметров генетического фундамента экосистем урбанизированных ландшафтов, позволяет восстанавливать его, а также сохранять и длительно использовать биоразнообразие, т.е. позволяет управлять качеством генофонда с учетом численности популяций. В итоге геноурбанология соединяет два уровня исследования живых и биокосных систем – популяционно-генетический и экосистемный [Макеева и др., 2013 а]. При управлении природными популяциями с эродированным генофондом требуется знание естественного уровня генетической изменчивости популяций. Для этого необходимо исследование не затронутых деятельностью человека крупных природных популяций, которые в дальнейшем могут служить эталонными. Выявленные естественные генетические параметры популяций имеют большую ценность для природопользования будущего, так как позволяют реконструировать генетическую структуру популяций будущих урбанизированных ландшафтов, что позволит сохранить жизнеспособность популяций и городских охраняемых экосистем.

Внедрение в практику разработанного авторами эколого-генетического подхода к сохранению биоразнообразия, являющегося основой геноурбанологии, начало осуществляться с 2004 года в рамках государственной целевой программы по «Сохранению биоразнообразия города Москвы». В настоящее время восстановление генетического разнообразия и жизнеспособности популяций (прежде всего, животных) активно продолжается не только в г. Москве, но и в С.-Петербурге и других городах России, что подтверждает действенность геноурбанологии.

Работа выполнена за счет целевого государственного финансирования Департамента природопользования и охраны окружающей среды города Москвы.

Литература

1. *Алтухов Ю.П.* Генетические процессы в популяциях: Учебное пособие. 3-е издание, переработанное и доп. М.: ИКЦ Академкнига. 2003. 431 с.

2. Дежкин В.В. Территориальная охрана природы в мире и в России // Россияв окружающем мире (аналитический ежегодник). 2006. М.: Модус-К-Этерна. С.59-81.

3. Дубинин Н.П. Генетико-автоматические процессы и их влияние на механизм эволюции// Журн. эксперим. биологии. 1931. Т.7. №5/7.С.463-478.

4. Конвенция о биологическом разнообразии //Текст и приложение: UNEP/CBD/94/1.D. December 1995. 34 p.

5. Конвенция устойчивого развития мира //Программа действий: повестка дня на 21 век и другие документы конференции в Рио-де-Жанейро. Женева: центр «За наше общее будущее». 1993. 70 с.

6. Макеева В.М., Пахорукова Л.В., Уголкова Н.Г. Анализ динамики полиморфных признаков в популяциях кустарниковой улитки Bradybaena fruticum (Mull.) в целях экологического мониторинга // Журнал общей биологии. 1995.тТ. 56. № 5. С.570-587.

7. М*акеева В.М.* Судьба диких животных в городе: теория неизбежности их вымирания. Материалы второй научно-практической конференции «Животные в городе» 15-17 апреля 2002 г., Москва. М.: ИПЭЭ РАН им. А.Н. Северцова. 2003. С. 7-9.

8. *Макеева В.М.* О целесообразности выделения геноурбанологии в качестве самостоятельного научного направления // Сб. трудов VII Международной научной конференции «Новые идеи в науках о Земле, Москва. М.: Изд-во МГРИ. Т. 4. 2005. С. 28.

9. М*акеева В.М., Белоконь М.М., Малюченко О.П.* Оценка состояния генофонда природных популяций беспозвоночных животных в условиях фрагментированного ландшафта Москвы и Подмосковья (на примере кустарниковой улитки, Bradybaena fruticum (Mull.) // Генетика. 2005. № 11. С. 1495-1510.

10. *Макеева В.М., Белоконь М.М., Малюченко О.П., Леонтьева О.А.* Оценка состояние генофонда природных популяций позвоночных животных в условиях фрагментированного ландшафта Москвы и Подмосковья (на примере бурых лягушек) // Генетика. 2006. Том.42. № 5. С.628-642.

11. М*акеева В.М.* Эколого-генетические основы охраны животных антропогенных экосистем (на примере Москвы и Подмосковья): автореферат дисс… докт. биол. наук. М. 2008. 47 с.

12. *Макеева В.М., Смуров А.В.* Эколого-генетический подход к охране биоразнообразия антропогенных экосистем. Известия Самарского научного центра РАН. 2010 а. Том 12. № 1(6). С. 14101-1406.

13. Макеева В.М., Смуров А.В. Геноурбанология как основа устойчивого сохранения биоразнообразия и экосистем урбанизированных ландшафтов // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах. Материалы IV Междунар. науч. конф. 11-14 октября 2010 г. Белгород. Белгород: Константа. 2010 б. С. 121-125.

14. *Макеева В.М., Белоконь М.М., Смуров А.В.* Эколого-генетический подход к охране животных антропогенных экосистем. М.: Изд-во МГУ, 2011 а. 160 с.

15. *Макеева В.М., Смуров А.В.* Геноурбанология как методологическая основа сохранения биологических ресурсов // Известия Самарского научного центра РАН. Т. 13. № 1 (6). 2011 б. С. 1354-1356.
16. *Макеева В.М., Смуров А.В.* Эколого-генетическая диагностика состояния и методы восстановления популяций животных городских особо охраняемых природных территорий (на примере модельных видов в городе Москве) // Научные ведомости Белгородского университета. Серия Естественные науки. 2011 в. № 3(98). Вып. 14. С. 104-110.
17. *Макеева В.М., Белоконь М.М., Смуров А.В.* Геноурбанология как основа устойчивого сохранения биоразнообразия и экосистем в условиях глобальной урбанизации. // Успехи современной биологии. 2013 а.
18. *Макеева В.М., Смуров А.В., Политов Д.В., Белоконь М.М., Белоконь Ю.М., Суслова Е.Г., Калинин А.А.* Сравнительный анализ естественных популяций ели (Picea abies (L.) Karst.) и лесопосадок по состоянию генофонда и степени пораженности короедом (Ips Typographus (L.)) в Подмосковье // Конференция «Разнообазие лесных почв и биоразнообразие лесов», Пущино, Московская обл. 2013 б. www.forestsoil.ru
19. Сулей М.Э. Пороги для выживания: поддержание приспособленности и эволюционного потенциала. // Биология охраны природы. М.: Мир. 1983.С.160-176.
20. *Makeeva V.M., Belokon M.M., Smurov A.V.* Genourbanology as the Basis for Stable Biodiversity and Ecosystem Conservation under Global Urbanization. // Biology Bulletin Revievs. V.3. № 4. P. 261-273.
21. *Frankel O.H., Soule M.E.* Conservation and Evolution. London and New York: Cambridge University Press. 1981. 327 p.
22. *Wright S.* Coefficient of inbreeding and relationship //Amer. Natur. 1922. Vol. 56. P. 330-338.

ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ В РЕГИОНАХ НОВОГО ОСВОЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ХАБАРОВСКА)

Н.А. Нарбут, З.Г. Мирзеханова
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт водных и экологических проблем ДВО РАН
Хабаровск, Россия
680000 Хабаровск, ул. Ким Ю Чена, 65. E-mail: lorp@ivep.as.khb.ru

SPECIFIC OF ECOLOGICAL EKISTICS IN THE REGIONS OF NEW DEVELOPMENT (KHABAROVSK CITY AS AN EXAMPLE)

Nina A. Narbut, Zoya G. Mirzekhanova
Federal State Budgetary Institution of Science
Institute of Water and Ecology Problems FEB RAS
Khabarovsk, Russia
65, Kim Yu Chen st., Khabarovsk 680000, Russia e-mail: lorp@ivep.as.khb.ru

Abstract. The paper discusses territorial specifics of regions of new development, where Far Eastern cities are shaping up. These urban areas have certain environmental advantages, which should be considered in city planning.

Экологическое планирование любой территории – неотъемлемый элемент общей ее организации, которая представляет систему управления землепользованием путем распределения земель между землепользователями, исходя из совокупности общественных интересов [Михайлов, 1998]. Под организацией территории понимаем целенаправленное закрепление земель определенного функционального назначения, составляющих единый планировочный комплекс города, которое обеспечивает оптимальные условия жизни, производственной деятельности населения и эффективность использования городской территории. Ее основная задача – определение назначения территорий путем установления функциональных зон, определяя, таким образом, возможные способы использования земли.

Организация любой территории, в том числе и городской, представляет достаточно сложную задачу, так как при ее решении необходимо учесть многоаспектные интересы (экономические, экологические,