

# БОТАНІКА

УДК 502.7

## БИОРАЗНООБРАЗИЕ ФИТОПОПУЛЯЦИЙ - ОСНОВА УСТОЙЧИВОГО СУЩЕСТВОВАНИЯ ВИДОВ РАСТЕНИЙ И РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ

**Злобин Ю.А.**

**Постановка проблемы.** Концепция биоразнообразия была сформулирована во второй половине XX века и с 1992 года последовательно получала поддержку как специалистов, так и правительственных организаций в форме принятия различных деклараций, законов и обязательств [6, 3 и др.]. Конвенцию о сохранении биоразнообразия подписали 167 государств, в т.ч. Украина. Это справедливо, так как «биоразнообразие» и «жизнь на Земле» являются смысловыми синонимами: на всех уровнях живого оно – живое существует на основе многообразия структур, в отсутствии которого жизнь просто невозможна. Нам не известно только разнообразие планетарных биосфер, но в пределах биосферы Земли является очевидным как ее сложение из биосистем разного иерархического уровня, так и наличие разнообразия биосистем в пределах одного уровня организации. А.А. Протасов справедливо подчеркивал, что «разнообразие разноаспектно и иерархично» [9:34]. На 24-й Генеральной ассамблее Международного союза биологических наук (Амстердам, сентябрь 1991) при поддержке СКОПЕ и ЮНЕСКО было принято решение приступить к разработке международной программы для изучения биологического разнообразия «Дайверситас». С тех пор биоразнообразие находится в центре внимания многих научных организаций.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Существуют разные подходы к классификации форм биоразнообразия [1,8]. С точки зрения анализа растительной жизни планеты основными категориями биосистем, а следовательно, и категориями биоразнообразия, являются

- а) фитоценозы,
- б) виды растений,
- в) фитопопуляции,
- г) особи растений.

Здесь необходимо выделить базовые уровни. Безусловно, исходным базовым уровнем являются особи растений (или животных), поскольку жизнь реализуется на Земле только в одной форме - в форме индивидуальных живых организмов. В свою очередь особи растений не могут существовать вне некоторых первичных коллективов, которые называют популяциями [4]. Такие коллективы необходимы для обмена генетическим материалом при репродукции (во многих случаях и сама репродукция невозможна вне популяций), а также для удержания экологических ниш и предотвращения вытеснения другими видами растений. Эта важная мысль была сформулирована еще в 1905 году С.С. Четвериковым [11].

Развитие концепции о биологическом разнообразии в конце XX века и в первом десятилетии XXI века шло и идет крайне неравномерно. Основными точка роста в научных исследованиях оказалось с одной стороны генетическое разнообразие, анализируемое в форме таксономического разнообразия видов растений с стремлением сохранить быстро исчезающие редкие виды организмов, а с другой стороны экологическое разнообразие, поскольку именно с ним оказывается связанным качество природной среды, столь важное для существования человеческой цивилизации [7]. Тем не менее сохраняемость биоразнообразия решается не на верхних или средних уровнях

биологической иерархии, а на ее базовых, первичных уровнях. С точки зрения фитосоциологии сохранить биоразнообразие – это значит сохранить многообразие особей растений в локальных популяциях и многообразие самих популяций одного таксономического вида растения. К сожалению, эта истина не до конца осознается при определении направлений работы в области фитосоциологии.

Особь. Знакомство с любой фитопопуляцией показывает, что особи в ней неоднородны по многим структурным и функциональным особенностям. Разнообразие состояний особей в пределах одной популяции определяется наличием у них свойства фенотипической пластичности. Это свойство исключительно важно, так как лежит в основе всех адаптационных процесса, позволяющим особям выживать и функционировать в условиях разных микроместообитаний. Последние исследования показывают, что механизм фенотипической пластичности работает не на уровне особей, а на уровне отдельных органов растения [14], что делает морфометрические оценки листьев и побегов особенно важными.

Поэтому важной научной задачей является установление набора критериев, по которому можно эффективно оценивать состояние особей [5]. Поиск таких критериев осуществлялся на протяжении последних нескольких десятилетий разными специалистами. На сегодня, обобщая многочисленные литературные источники, в качестве критериев оценки состояния особей растений в популяциях в первую очередь можно назвать следующие:

1. Календарный возраст особей растений (тогда, когда его можно определить).
2. Онтогенетическое состояние с подразделением на основные его категории.
3. Виталитетное состояние.
4. Гендерный статус, выявляющие тычиночные, пестичные или обоеполые формы растений.
5. Изменчивость морфологической структуры и широта ее варьирования.

К настоящему времени для каждого из этих критериев разработаны методы выявления и оценивания. В полевых условиях наибольшие затраты времени вызывает оценка виталитета особей, требующая достаточно обширных и точных морфометрических данных, что обеспечивается выборками большого объема. Но это окупается ценностью получаемой информации.

Внутрипопуляционное разнообразие нельзя сводить только к изменчивости особей растений. В популяциях качественно отличаются по статусу и функционированию не только особи, существует и разнообразие взаимоотношений между ними. Но эта последняя проблема остается мало изученной.

Фитопопуляции. Науку, которая занимается изучением внутрипопуляционной структуры иногда называют фитодемографией, но это очень узкое понимание, так как согласно исходному определению термина «демография», которое дал О. Солбриг (1980), она призвана изучать рождение, рост, репродукцию и смерти в популяциях. Фактически внутрипопуляционная структура и функции гораздо многообразнее. Поэтому более уместен термин «популяционная экология».

В настоящее время могут быть выделены следующие основные категории внутрипопуляционной структуры, которые наиболее важны для оценки биоразнообразия:

1. Генотипическая структура популяции. При половом размножении особи в популяции оказываются генетически неоднородными, что ведет к их несходству в этом отношении.
2. Фенотипическая структура популяции. Особи в популяции различаются по набору фенотипов – четко различающихся признаков обычно качественного характера

3. Онтогенетическая (или по О.Солбриг – фитодемографическая) структура популяции раскрывает соотношение в популяции особей разного онтогенетического состояния и позволяет оценить общую возрастность популяции в тех или иных индексах и категориях (индексы возрастности, возобновляемости, генеративности, популяции инвазионные, нормальные, регрессивные и т.п.). Для комплексного анализа онтогенетической структуры популяции разработана специальная компьютерная программа ANONS.

4. Виталитетная структура, показывающая долевые отношения в популяции особей разного жизненного состояния. Интегрально она оценивается значением коэффициента Q. Анализ виталитетной структуры проводится по комплексу компьютерных программ VITAL.

5. Гендерная структура, оценка которой необходима при анализе популяций двудомных растений.

6. Возрастная структура, которая отражает различия растений популяции по абсолютному календарному возрасту.

Можно говорить еще о функциональной структуре фитопопуляций, которая раскрывает систему взаимоотношений особей с другими особями данной популяции и особями других видов и животных. Но эта структура пока активно изучается в популяциях животных, а по ее особенностям у растений практически нет никакой информации.

При сравнительных характеристиках популяций используются такие их параметры как количество особей в популяции, характер их размещения, популяционная плотность (т.е. количество особей на единицу площади), характер их размещения по популяционному полю, а в некоторых случаях возможно определение и размера популяционного поля. При наличии изолированных популяций одного вида растения оценивается их количество.

Внутрипопуляционное биоразнообразие находится под контролем многих факторов. Это и чисто автономные популяционные процессы, зависящие от состояния особей и функциональных связей между ними, и внешние эколого-ценотические воздействия. В настоящее время в этой сфере знания установлено уже несколько важных закономерностей. Во-первых, при большем внутрипопуляционном разнообразии популяции более устойчивы, у них выше адаптационные возможности. Во-вторых, в гомогенизированных, однородных местообитаниях и в гомогенизированных популяционных полях внутрипопуляционное разнообразие ниже, и устойчивость таких популяций меньше. В-третьих, внутрипопуляционное биоразнообразие определенным образом сопряжено с разнообразием животных в данной экосистеме – в первую очередь насекомых–опылителей, а также фитофагов [16]. В-четвертых, существует определенный порог численности особей в популяции, ниже которого она становится нежизнеспособной и исчезает. С этим связана концепция минимального размера популяции. В-пятых, стрессовые факторы выравнивают экологическую среду в экосистемах и в соответствии с законом минимума Либиха ведут к снижению внутрипопуляционного разнообразия. В-шестых, фрагментированность популяций также снижает в них внутрипопуляционное разнообразие и делает менее устойчивыми.

Как итог изучения внутрипопуляционной структуры могут быть выделены субпопуляции, т.е. совокупности особей одной популяции, которые сходны друг с другом, но отличаются от других особей данной популяции. Так, в качестве одной субпопуляций могут рассматриваться проростки, а другой – генеративные особи, так как эти группы растений отличаются размерами и функциями, а следовательно, реализованными экологическими нишами. Установление особенностей отдельных популяций позволяет сравнивать самостоятельные популяции между собой на основе единых объективных

критериев. В ряде случаев возможно построение популяционных экоклин. Экоценоклин популяций – это набор популяций одного вида растения, которые занимают местообитания, составляющие определенный градиент либо экологических факторов, либо фитоценозов.

**Виклад основного матеріалу.** Контроль над биологическим разнообразием требует его измерения. Уместно вспомнить слова В.И.Вернадского [2:82]: «яркая, вечно изменчивая, полная красок, случайностей, не поддающаяся нашему чувству разнообразная живая природа, в сущности построена на мере и на числе».

На видовом уровне биоразнообразие выявляется достаточно легко в форме числа зарегистрированных видов растений на единицу площади. Для решения этой проблемы разработан целый арсенал индексов (см. Протасов, 2002). Биоразнообразие на уровне особей и популяций так просто не оценивается. Измерение в этом случае только тогда становится возможным, когда признаки особей и популяций могут быть описаны количественно, в величинах, которые можно сравнивать.

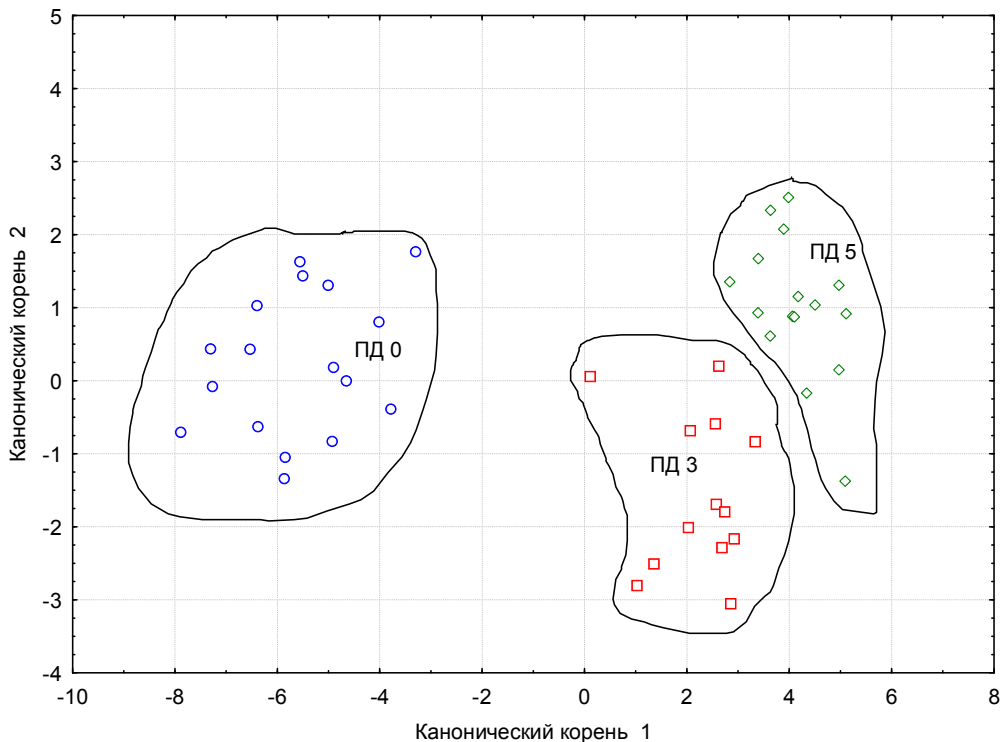
Особи и популяции сходны в том, что и те и другие являются многопризнаковыми биосистемами. Поэтому для количественной оценки разнообразия приходится прибегать к многомерным статистическим методам, которые пригодны как для классификации и группировке сходных особей внутри отдельной популяции, так и для сопоставительного анализа отдельных самостоятельных популяций одного таксономического вида растения. Наиболее адекватны поставленной задаче дискриминантный анализ, детрендовый анализ соответствия и кластерный анализ.

На рис. 1 представлены результаты анализа внутрипопуляционной структуры трех популяций *Alopecurus pratensis* L. на лугу с разной пастбищной нагрузкой. Состояние особей оценивалось по 14-ти метрическим и аллометрическим морфометрическим параметрам. Видно, что все три локальные популяции вполне самобытны и занимают изолированное положение. Ни одна особь из одной популяции по совокупности учитываемых признаков не попала в другую популяцию. В количественном выражении уровень внутреннего биоразнообразия в каждой из популяций оценивается средним арифметическим из квадратов расстояний Махаланобиса каждой из особи от центра своей популяции. В данном случае для популяции ПД 0 это расстояние составляло  $15,8 \pm 1,94$ , ПД 3 –  $11,4 \pm 1,97$  и ПД 5 –  $11,5 \pm 1,58$ , т.е. биоразнообразие особей в популяции на участке луга без выпаса было большим, в двух других меньше и практически одинаково. Расстояние между популяциями можно оценить по величине квадратов дистанции Махаланобиса между центрами популяций, которые в данном случае оказались равными: между ПД 0 и ПД 3 – 68,8, между ПД 0 и ПД 5 – 101,9, а между ПД 3 и ПД 5 – только 10,9.

**Прогноз состояния особей и популяций.** Приведенные выше закономерности внутрипопуляционной жизни растений приходится учитывать при прогнозировании динамики популяций и, следовательно, их судьбы, что особенно важно для редких растений, находящихся под угрозой исчезновения. Прогноз должен основываться на большом числе параметров, и обычно для его реализации используются компьютерные программы разной сложности: POPULUS, RAMAS, VORTEX.

Надежность прогнозирования определяется достоверностью и количеством исходной информации о состоянии особей и популяции. Даже минимальный набор параметров, необходимый для прогнозирования динамики популяций, достаточно обширный и включает в себя:

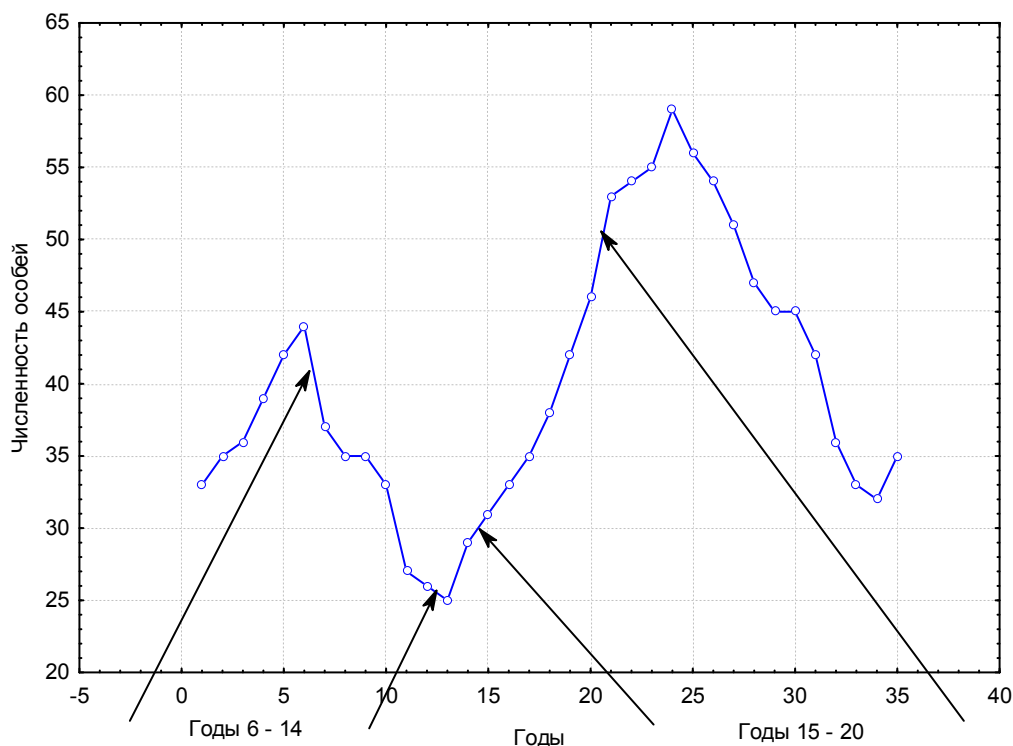
1. Размер почвенного банка семян.
2. Длительность сохранения жизнеспособности семенами в почвенном банке.



**Рис. 1. Положение трех популяций *Alopecurus pratensis* в пространстве двух канонических корней по результатам дискриминантного анализа. ПД0 – контрольный участок, ПД3 – пастбище, ПД5 – выгон (по материалам Л.Н. Бондаревой)**

3. Наличие вегетативного размножения.
4. Количество почек отрастания, способных к развитию в течение одного вегетационного периода.
5. Возможность подразделения особей популяции на генеты и раметы по их происхождению.
6. Продолжительность жизни особей.
7. Возраст, в котором особи впервые переходят к генеративному размножению.
8. Количество лет сохранения особью способности к размножению.
9. Количество производимых семян и их качество.
10. Соотношение пестичных и тычиночных форм у двудомных растений.
11. Число особей в популяции.
12. Скорость перехода особей из одного онтогенетического состояния в другое (в оптимальных и в стрессовых условиях).
13. Распределение особей в популяции по виталитету.
14. Возможность перехода особей из одной виталитетной группы в другую.

Для изучения динамики популяционной жизни растений обязателен систематический, охватывающий достаточно длинные отрезки времени, популяционный мониторинг [12]. Разовый или даже краткосрочный мониторинг не дает надежных данных для оценки динамики популяций из-за популяционных флуктуаций, когда численность особей в популяции по годам существенно меняется. Это иллюстрируют данные рис. 2.



**Рис. 2. Погодичные колебания численности популяции (по Elzinga et al., 2001).**

При проведении учета численности популяции на протяжении 35 лет были выявлены волны численности, характерные для всех популяций и давно описанные классиками популяционной экологии С.С.Четвериковым и А.А.Урановым. Но если для анализ использовать отрезки времени в 5-6 лет, то в годы с 6 по 14-ый популяцию пришлось бы оценить как деградирующую, а в годы с 15 по 20-ый – как прогрессивно развивающуюся. И то и другое заключение было бы грубо ошибочным. Поэтому приводимые в ряде литературных источников соображения о динамике популяций тех или иных растений, вытекающие из 3-5-годичных наблюдения за численностью особей в популяции, могут оказаться не адекватными истинным природным процессам.

Причиной любых изменений в популяциях являются как внутренние популяционные процессы, так погодные условия или другие изменения среды обитания. Известно, что малые популяции наиболее чувствительны к таким внешним факторам и именно с ними связано вымирание редких видов. Последовательность событий здесь такая: фрагментация большой популяции на несколько мелких – дальнейшее уменьшение численности особей и размеров популяционного поля у мелких популяций – возрастание риска вымирания при воздействии эколого-ценотических стрессов – и, наконец, вымирание популяции. Поэтому разовые наблюдения над популяциям не дают и не могут дать материала для оценки их статуса и прогноза дальнейшей динамики. Нужен постоянный длительный мониторинг с одной стороны популяций ключевых видов экосистем, т. е. эдификаторов, консортов, доминантов и с другой стороны редких видов растений.

Мониторинг состояния популяций – сложная научная проблема, так как до настоящего времени плохо изучены механизмы, которые обеспечивают сохраняемость популяций на протяжении достаточно длинных периодов времени. Нередко мониторинг в его современной реализации сводят только к оценке уровня устойчивости популяции,

который связывают только с числом особей в ней. Но в определении устойчивости существует много нюансов, часто используют устойчивость в смысле Лагранжа как относительное постоянство численности популяции. Но это и все сходные определения (Ляпунова, Холлинга, Флейшмана) недостаточны, так как опираются на чисто внешнее проявление популяционной жизни растений.

Для устойчивого существования популяции необходимо не только поддержания определенного уровня численности, но обязательно наличие кругооборота поколений и достаточного уровня виталитета основной части особей популяции. А эти показатели раскрываются только при анализе онтогенетической и виталитетной структуры популяции. Эти соображения сохраняют свое значение и в отношении определения Р. Мак-Артуром и Р. Левинсом [15] минимальной жизнеспособности популяции, как некоторого ее «минимального размера». Современные данные о жизни популяций все больше приходят в противоречие с такой упрощенной оценкой их устойчивости.

Главная угроза для фитопопуляций – это гомогенизация местообитаний. В этой связи приходится однозначно оценивать деятельность человека и в первую очередь сельскохозяйственное производство. В настоящее время 80% всех продуктов растениеводства дают всего пять культур: пшеница, рис, кукуруза, соя и сахарный тростник. Они, соответственно, как монокультуры занимают основные площади агросферы планеты, что определяет гомогенизованность огромных ландшафтов и территорий. Развитие монокультурного сельского хозяйства ведет к резкому падению разнообразия особей в популяциях и к идентичности разных популяций одного вида растения, а в конечном итоге ведет к уменьшению генетического разнообразия. Если к этому добавить использование практических всей доступной площади лугов под сенокосы и пастбища и замещение естественных лесов культивируемыми быстро растущими древесными породами, то вызванная этими обстоятельствами потеря биоразнообразия на всех его уровнях справедливо воспринимается как катастрофическая. В лесной зоне фрагментация лесов является один из важных факторов выпадения из лесных ценозов редких видов растений [13].

Мониторинг состояния фитопопуляций на основе комплексной концепции их устойчивости может быть эффективным только в том случае, когда оцениваются не только численности, но обязательно онтогенетическая и виталитетная структура популяции, а для значительного числа видов растений еще и гендерная структура. И даже при этом мониторинговые материалы могут оказаться мало надежными при отсутствии информации о характере взаимоотношений данной популяции с другими видами экосистемы и информации о повременных трендах динамики.

Все это свидетельствует о том, что вне фитопопуляционного знания нельзя решить проблем сохранения устойчивости крупных экосистем и биосферы планеты в целом. Нельзя их решить и без понимания процессов, протекающих в конкретном биоме, в границах которого существует данная популяция. По образному выражению Г.С. Розенберга «никто не гибнет в одиночку». Выпадение одного вида из пищевых цепей и энергетических потоков данного биома не может не затронуть другие виды.

**Висновки** (возможные пути решения проблемы сохранения биоразнообразия особей растений и фитопопуляций). Механизмы поддержания биоразнообразия, как видно из выше изложенного материала, работают в первую очередь на уровне особей и популяций растений. Этот факт приводит к необходимости пересмотра сложившихся направлений развития фитосоциологии и соответствующих организационных решений. Сами по себе регистрация редких видов с занесением в Красные Книги, создание различных категорий охраняемых природных территорий и формирование экологической сети не могут обеспечить устойчивого существования фитопопуляций. Необходим

долгосрочный мониторинг популяций. Необходимо создание базы данных популяционных параметров в первую очередь популяций растений, находящихся под угрозой исчезновения. Необходим и исследовательский центр, который бы мог объединить пока разрозненные работы специалистов в области популяционной экологии растений. Необходимо, наконец, государственный Кадастр состояния популяций видов, занесенных в Красную Книгу Украины и региональные природоохранные списки.

Исследовательские и образовательные программы, реализуемые через высшие учебные заведения при их поддержке могут дать существенный вклад в сохранения биоразнообразия и обеспечению устойчивости цивилизации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бродский А.К. Введение в проблемы биоразнообразия / Андрей Константинович Бродский // СПб: Изд. СПб ун-в., 2002. - 144 с.
2. Вернадский В.И. О размножении организмов в природе / Владимир Иванович Вернадский // Биогеохим. очерки. – М.- Л., 1940. – 250 с.
3. Глобальная стратегия сохранения растений / М.: Изд-во Секретариата Конвенции о биол. разнообразии. – Без даты публикации – 19 с.
4. Злобин Ю.А. Популяция – единица реальной жизни растений /Ю.А.Злобин // Природа, 1992. – № 8 – С. 47–59.
5. Злобин Ю.А. Популяционная экология растений: современное состояние, точки роста / Юлиан Андреевич Злобин // Сумы: Унив. книга, 2009. – 263 с.
6. Конвенція про біорізноманіття // К.: Вік, 2003. – 25 с.
7. Лебедев Н.В. Биоразнообразие и методы его оценки / Н.В.Лебедев, Н.Н.Дроздов, Д.А.Криволюцкий // М.: Изд-во МГУ, 1999. – 93 с.
8. Примак Р.Б. Основы сохранения биоразнообразия / Ричард Б. Примак // М.: НУМЦ, 2002. – 256 с.
9. Протасов А.А. Биоразнообразие и его оценка – концептуальная диверсикология / А.А.Протасов // Киев, 2002. – 105 с.
10. Розенберг Г.С. Теоретическая и прикладная экология /Геннадий Самуилович Розенберг, Ф.Н.Рянский // Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. пед. инст., 2005. – 292 с.
11. Четвериков С.С. Волны жизни. Из лепидоптерологических наблюдений за лето 1903 г. / С.С. Четвериков // Изв. Импер. о-ва любителей естествозн., антропол. и этнограф. 1905. Т. 98 (Труды Зоол. о-ва. - Т. 13. - Дневник зоол. отдел. -Т. 3, № 6.) – С. 1–5.
12. Elzinga C.L.Monitoring plant and animal population. A handbook for field biologists / C.L. Elzinga, D.W. Salzer, J.P. Gibbs, J.W. Willowghby // Malden, USA: Blackwell Sci. – 2001. – 360 p.
13. Honnay O. Forest fragmentation effect on patch occupancy and population viability of herbaceous plant species / O.Honnay, H., Jacquemyn, B.Bossuyt, M. Hermy // New Phytologist, 2005. – Vol. 166 – P. 723-736.
14. Kroon de H. A modular concept of phenotypic plasticity in plants / H. de Kroon, H.Huber, J.F.Stuefer, J. van Groenendaal // New Phytologist, 2005. – Vol. 166 – P. 73-82.
15. MacArthur R. H. The limiting similarity, convergence, and divergence of coexisting species / MacArthur R. H., Levins R.C. // Amer. Naturalist, 1967 – Vol. 101 – P. 357-385.
16. Purvis A. Getting the measure of biodiversity / A.Purvis, A. Hector // Nature, 2000. – Vol. 405 – P. 212-219.

УДК 28.081

#### ПРІОРИТЕТНІ ПИТАННЯ ВЕДЕННЯ КАДАСТРУ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ УКРАЇНИ

**Скляр В.Г., Возний Ю.М., Скляр Ю.Л., Медина Т.В.**

**Постановка проблеми.** Ідею охорони природи уперше висловив Ж.Ж. Руссо, але загальне визнання вона отримала після 1-го Міжнародного з'їзду з охорони природи, який відбувся в 1913 році у Швейцарії. У 1980 році була проголошена Всесвітня стратегія охорони природи та природних ресурсів. У 1982 році на пленарному засіданні ООН було прийнято Світову хартію охорони природи, яка стала документом світового значення. У наш час під охороною природи розуміють систему наукових знань і практичних підходів до раціонального використання природних ресурсів, захисту природного середовища від антропогенної деградації та збереження видів флори і фауни від знищення. Охорона всіх природних систем і об'єктів стала особливо актуальною у 80–90-х роках ХХ століття [6].