

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ ЗАПОВЕДНИК "ТИГИРЕКСКИЙ"

**"ГОРНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ ЮЖНОЙ СИБИРИ: ИЗУЧЕНИЕ,
ОХРАНА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ"**

Вторая межрегиональная научно-практическая конференция, посвященная 10-летию организации
Тигирекского заповедника

Труды Тигирекского заповедника

Выпуск 3

Барнаул - 2010

УДК 58+59+91+631.4+502.7

ББК 20.1 (253.7) я431 + 28.088 л64 я431

Г 699

Горные экосистемы Южной Сибири: изучение, охрана и рациональное природопользование. Труды Тигирекского заповедника. Вып. 3. Барнаул, 2010. 303 с.

Сборник содержит материалы представленные на II межрегиональной научно-практической конференции, посвященной 10-летию организации Тигирекского заповедника “Горные экосистемы Южной Сибири: Изучение, охрана и рациональное природопользование”. Обобщены данные современных исследований природных комплексов ГПЗ “Тигирекский”. Анализируется стратегия развития и функционирование системы особо охраняемых природных территорий Алтае-Саянского экорегиона. Рассматриваются актуальные вопросы изучения рельефа, климата и почв горных территорий, изучения и охраны растительного и животного мира гор Южной Сибири, проблемы устойчивого развития регионов.

Сборник рассчитан на широкий круг специалистов, работающих в области биологии, экологии и охраны природы, а также всех, кому небезразличны проблемы охраны и рационального использования природных ресурсов.

Редакционная коллегия:

Е. Н. Бочкарёва, Н. И. Быков, П. В. Голяков, Е. А. Давыдов, Н. Л. Ирисова, Т. А. Терёхина

Издание подготовлено при поддержке ООО “Золото Курьи”



TIGIREKSKY STATE NATURAL RESERVE

**MOUNTAIN ECOSYSTEMS OF SOUTH SIBERIA: STUDY,
CONSERVATION AND RATIONAL NATURE USE**

The second interregional scientific-practical conference,
devoted to the 10-year anniversary of the Tigirek State Natural Reserve establishment

Proceedings of the Tigirek State Natural Reserve

Volume 3

Barnaul - 2010

Mountain ecosystems of South Siberia: study, conservatin and rational nature use.
Proceedings of the Tigirek State Natural Reserve, 2010. Vol. 3. Barnaul, 2010. 303 pp.

Reports presented at the first interregional scientific-practical conference “**Mountain ecosystems of South Siberia: study, conservatin and rational nature use**”, devoted to the 10-year anniversary of the Tigirek State Natural Reserve establishment, are compiled in the book. Data on present-day investigations of natural complexes in Tigirek (“Tigireksky”) reserve are summarized. The developmental strategy and activity of the system of especially protected natural areas in Altai-Sayan mountainous ecoregion are analyzed. Actual problems of mountainous relief, climate and soil investigation, flora and vegetation, fauna and animal population of South Siberian Mts. study and protection, stable development of the region are considered.

The book may be interesting to a wide range of specialists in the field of biology, ecology, and nature protection, as well as to anyone anxoius in problems of natural resources stable use and protection.

Editorial board:

E. N. Bochkaryova, N. I. Bykov, E. A. Davydov, P. V. Golyakov, N. L. Irisova, T. A. Terekhina

This publication has been made with support of Zoloto Kurii L.L.c



ЛИТЕРАТУРА

Котухов Ю.А. Новые виды рода *Stipa* (Rosaceae) из Южного Алтая, Саура и Тарбагатай // Бот. журн. – 1994. – Т.79. – №7. – С.–1072

SUMMARY

In clause date of the locus *Stipa karakabinica* given article on territory South Altai and happen to informacion about age composition and seedcarry cenopopulations.

УДК 582.4/9-15, 582.4/9 574.21

Фёдорова С.В.

Fyodorova S.V.

ПОПУЛЯЦИОННЫЕ ОТКЛИКИ *FRAGARIA VESCA* L. (ROSACEAE) НА СМЕНУ ЭКОЛОГО-ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

***FRAGARIA VESCA* L. (ROSACEAE) POPULATIONAL RESPONSES ON CHANGE ECOLOGY-PHYTOCENOSING FACTORS**

Казанский государственный университет. E-mail: S.V.Fedorova@inbox.ru

В работе рассмотрены популяционные отклики *Fragaria vesca* на изменение фитоценотического затенения, влажности почвы и богатства почвы доступными для растений формами азота. Использован фитоиндикационный подход для расчёта коэффициента затенения и индекса богатства почвы азотом – авторские разработки. Использован авторский подход к структурированию популяции по морфо-функциональным группам. Описаны изменения в морфо-функциональном спектре, в морфоструктурных показателях, показателях продуктивности и плотности по градиентам факторов. Проведена ординация местообитаний вида в трёхмерной системе экологических координат.

Ключевые слова: организация, популяция, отклики, факторы, экологические координаты, наземно-ползучие растения, *Fragaria vesca* L., Rosaceae, морфо-функциональный спектр.

Проблемы сохранения биоразнообразия и рационального использования растительных ресурсов решаются ботаниками на популяционном и фитоценотическом уровне. Исследование популяционной организации широко распространённых растений необходимо для познания закономерностей развития фитоценозов. Популяция представляет собой самоорганизованную и саморазвивающуюся растительную систему особей одного вида. Откликаясь на изменение эколого-фитоценотических факторов, популяционные системы растений изменяют свою организацию и тактику для более рационального использования пищевых ресурсов.

Fragaria vesca L. (земляника лесная) встречается в Западной и Восточной Сибири, в Средней Азии, Европе, на Кавказе, в Северной Африке, Южной и Северной Америке (Юзепчук, 1941). Широкая экологическая амплитуда вида (Цыганов, 1983) обуславливает разнообразие его местообитаний: на открытых пространствах (в тундрах, на скалах, на равнинных и горных лугах, в луговых степях, на антропогенно-нарушенных территориях), в кустарниках, в светлых и особо тенистых лесах. В горных экосистемах Сибири *F. vesca* может расти на склонах всех экспозиций от основания гор до их вершин на различных почвах. Яркие вкусные плоды растения привлекают животных и птиц, которые способствуют расселению вида на новые или нарушенные местообитания. Способность виргинильных и более взрослых растений к формированию плагиотропных побегов (столонов) способствует развитию популяций. Наличие эпигеогенных корневищ у взрослых растений способствует закреплению популяции на новой территории. Популяционные системы *F. vesca* чутко реагируют на смену эколого-фитоценотических факторов (Любарский, Полуянова, 1984; Дубровная, 1998, 2004; Фёдорова, 2007): меняется их плотность и продуктивность.

Цель исследования – выявление популяционных откликов *F. vesca* на изменение светового режима, режима почвенного увлажнения и плодородия почвы.

Задачи: 1. Определить экологические координаты природных популяций вида. 2. Описать популяционные отклики на изменение фитоценотического затенения, влажности почвы и богатства



почвы доступными для растений формами азота. 3. Провести ординацию местообитаний вида в трёхмерной системе экологических координат.

Работа проведена в окрестностях биостанции Казанского государственного университета в Республике Татарстан (774 км. Горьковской ж.д.) на территории Зеленодольского лесхоза (рядом с селом и дачным поселком, т.е. на территории с антропогенным влиянием). Почва серая лесная среднесуглинистая. Обследовано 6 природных популяций *F. vesca*. Для каждого местообитания определены экологические координаты (таб.1). Это 1) абсолютная влажность почвы (HS, %) в

Таблица 1

Формулы для расчёта экологических координат

Название и символ	Формула	Примечание
Фитоценотический коэффициент затенения (англ.: coefficient of shadow from plants) CSP, %	$CSP = 100 (\Sigma a + \Sigma b + \Sigma c) / 3$ a – сомкнутость крон деревьев b – сомкнутость кустарников c – покрытие растений-затенителей (широколистных трав и кустарничков) Всё в долях от единицы.	1. Величина CSP = 100 % – абсолютная величина затенения. Оно обусловлено 100 % смыканием крон деревьев, 100%-ым смыканием кустарников и 100%-ым покрытием травянистых и кустарничковых растений.
Фитоценотический индекс богатства почвы азотом (англ.: phytocoenosing Index of the Nitrogen-rich soil) NtRS, % :	$NtRS = 100 (\Sigma a - \Sigma b) / \Sigma(a+b+c)$ a – покрытие нитрофильного и/или субнитрофильного вида b – покрытие анитрофильного и/или субанитрофильного вида c – покрытие вида с широкой экологической амплитудой в режиме богатства почвы азотом	2. Отношение растений к азоту определено по шкале «Богатства почв азотом – Nt» (Цыганов, 1983). Виды с диапазоном не шире «jм» считались анитрофильными и субанитрофильными, не шире «+ю» – субнитрофильными и нитрофильными.
Влажность почвы (англ.: humidity of soil) HS, %	$HS = (100 \Sigma(P1-P2) / P1) / n$ P1 – вес влажной почвы P2 – вес сухой почвы n – число проб (n = 8)	3. Покрытие видов оценено в баллах по шкале КТШ-5 (Любарский, 1974), где интервалы покрытия 0-4-16-36-64-100 (%) соответствуют баллам 1, 2, 3, 4, 5

корнеобитаемом слое (5–10 см) в период активной вегетации растений, 2) фитоценотический коэффициент затенения (CSP, %), 3) фитоценотический индекс богатства почвы азотом (NtRS, %) – авторские разработки. В местах максимального проективного покрытия *F. vesca* проведён сплошной отбор растений в пределах квадратной рамы (1 м²). Материал собран в период плодоношения растений (фаза зелёных плодов). Особи – полицентрические или моноцентрические организмы были оценены по морфоструктурным показателям. Определена плотность популяций и живая надземная фитомасса *F. vesca* в воздушно-сухом состоянии. Данные обработаны в редакторе Microsoft Excel по программам пакета «Описательная статистика» с доверительным уровнем в 90 %. Проведено структурирование популяций по морфо-функциональным группам в соответствии с таб.2 и рис.1 (Фёдорова, 2009).

Таблица 2

Наименование морфо-функциональных групп (англ.: morpho-functional group) и их функциональная роль в популяциях наземно-ползучих растений

Русское название	Международное название	Символ	Функциональная роль
Моноцентрические вегетирующие	monocentral vegetating	mcv	накопление биомассы
Полицентрические вегетирующие	polycentral vegetating	pcv	накопление биомассы, вегетативное размножение
Моноцентрические генеративно размножающиеся	monocentral generative reproducing	mcgr	накопление биомассы, генеративное размножение
Полицентрические генеративно размножающиеся	polycentral generative reproducing	pcgr	накопление биомассы, генеративное и вегетативное размножение

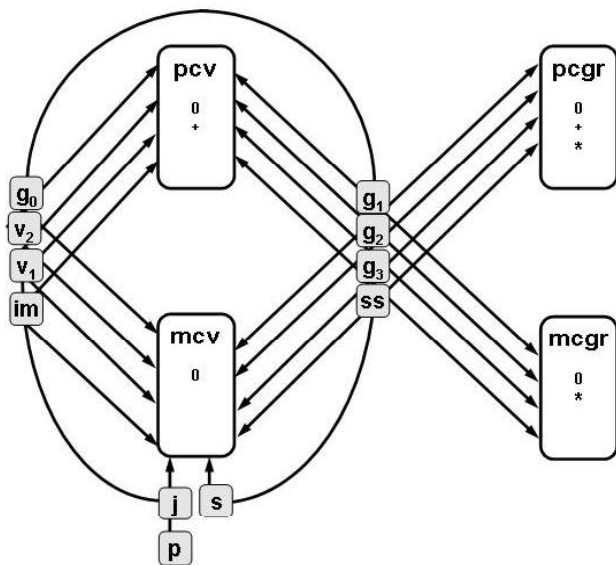


Рис.1. Гипотетический жизненный цикл особей, способных к формированию явнополицентрических систем в популяциях наземно-ползучих растений: **p, j...ss, s** – онтогенетические группы; **mcv, pcv, mcgr, pcgr** – морфо-функциональные группы; **0** – наличие ассимилирующих органов; **+** наличие плагиотропного побега; ***** – наличие цветonoсного побега.

Составлены морфо-функциональные спектры для каждой популяции и высчитан критерий хи-квадрат для сравнения данных спектров. Построены точечные и лепестковые диаграммы с помощью функции «Мастер диаграмм» в редакторе Microsoft Excel.

В таб.3 приведены условия местообитаний популяций *F. vesca* с их экологическими координатами. На рис.2 представлены морфо-функциональные спектры популяций, упорядоченные по градиентам факторов. В таб.4 приведены значения критерия хи-квадрат. На рис.3 отражено изменение показателей продуктивности и плотности популяций по градиентам факторов. На рис.4 – изменение морфоструктурных показателей: их средние значения с доверительными интервалами (в расчёте на особь) по градиентам факторов.

По градиенту фитоценологического затенения наблюдается ряд изменений в

Таблица 3

Условия местообитаний природных популяций *Fragaria vesca*

№ популяции	Местообитание	Экологические координаты, %		
		CSP	HS	NiRS
I	Разнотравно-землянично-снытевый фитоценоз на вырубке	15	16	51
II	Экотон на восточной опушке между фитоценозами: сосняково-кустарниковым и разнотравно-земляничным	13	17	45
III	Кленово-липово-снытево-разнотравный фитоценоз на южном склоне 40 ⁰	16	13	47
IV	Сосново-кустарниково-разнотравный фитоценоз	27	15	54
V	Березово-разнотравно-земляничный фитоценоз в зоне выпаса	23	20	56
VI	Березово-липово-разнотравный фитоценоз	38	25	56

составе, структуре и продуктивности популяций *F. vesca*. В точке с наименьшим коэффициентом затенения выявлен спектр со следующим соотношением морфо-функциональных групп: **mcv+pcv+mcgr+pcgr** = 49+41+6+4 (%). Одна половина особей инертна в отношении процессов

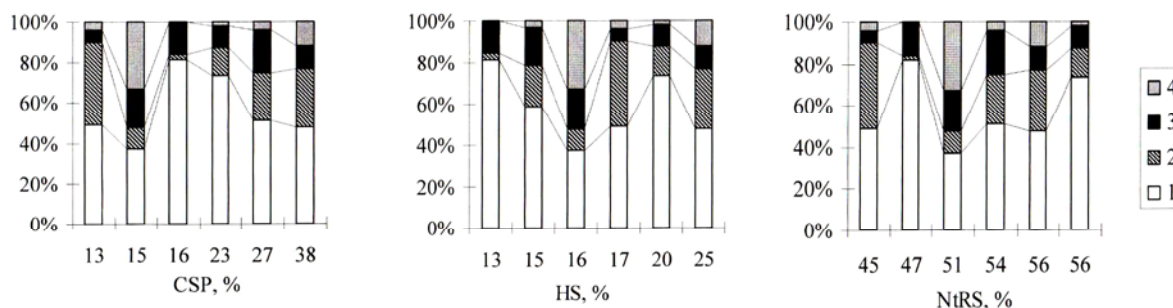


Рис.2. Изменение морфо-функциональных спектров природных популяций *Fragaria vesca* по градиентам эколого-фитоценологически факторов: 1 – **mcv**; 2 – **pcv**; 3 – **mcgr**; 4 – **pcgr**. Данные 9-13 июля 1999 г.



Таблица 4

Критерий хи-квадрат для выявления различий
в морфо-функциональных спектрах популяций *Fragaria vesca*.

№ популяции	I	II	III	IV	V
II	71***				
III	50***	50***			
IV	34***	15,24***	20***		
V	44***	21***	9,90**	5,2	
VI	45***	11,32***	43***	9,56**	18***

Примечание. Данные 7–13 июля 1999 г. (стандартные значения критерия соответствуют: 7,82-9,35-11,24)

размножения. Большая часть другой половины разрастается плагиотропными побегами и стремится размножиться вегетативным путем благодаря укоренению дочерних парциальных кустов. Генеративное размножение обеспечивается небольшим числом особей. Повышение коэффициента затенения на 1 % сопровождается существенными переменами в морфо-функциональном спектре: $mcv+pcv+mcgr+pcgr = 37+10+20+33$ (%), что подтверждает значение критерия хи-квадрат. Половина особей стремится размножиться генеративным путём, чему способствует развитие полицентрических систем. Повышение коэффициента ещё на 1% сопровождается очень резкими переменами в спектре: $mcv+pcv+mcgr+pcgr = 81+3+16+0$ (%). Спектр становится неполночленным. В нём преобладают моноцентрические особи. Полицентрические системы слабо развиваются. В связи с увеличением затенения отмечено постепенное снижение доли группы *mcv* до 50%, а также увеличение доли группы *pcv* до 24 % и группы *pcgr* до 12 %. Доля группы *mcgr* варьирует в диапазоне от 12 до 20 %. Изменения в морфо-функциональном спектре влекут за собой изменение

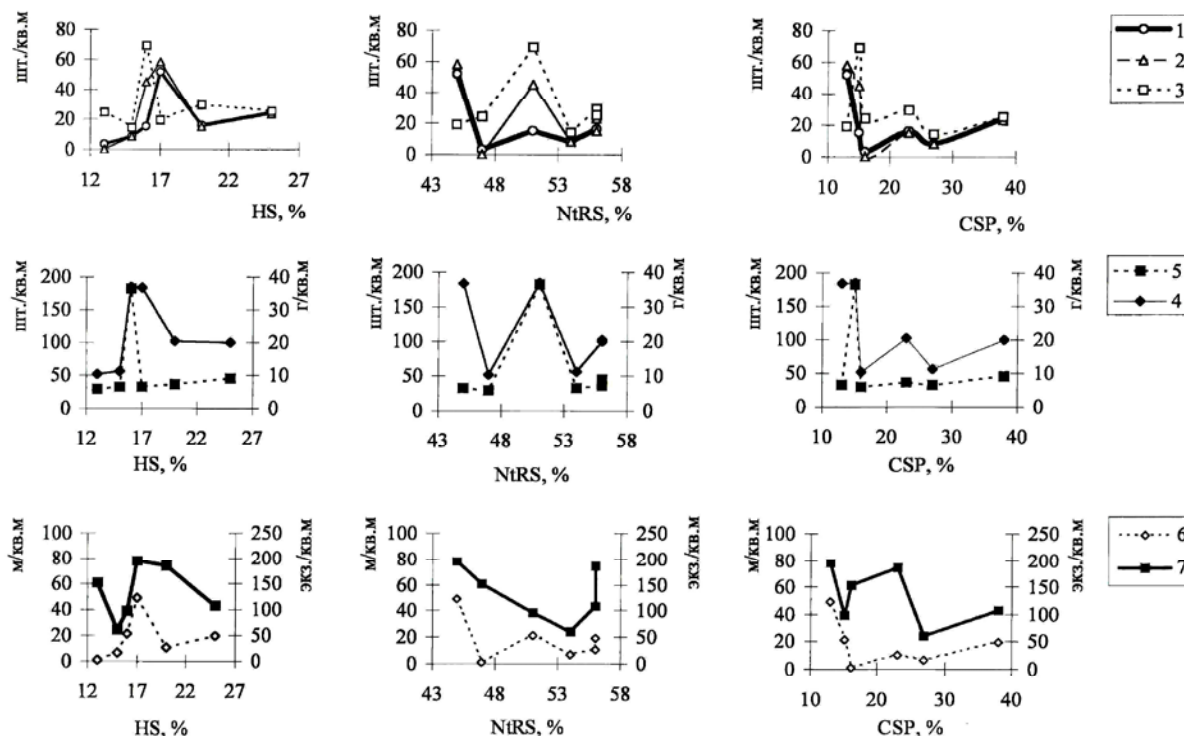


Рис.3. Изменение показателей продуктивности и плотности природных популяций *Fragaria vesca* (из расчёта на 1 кв.м) по градиентам эколого-фитоценологических факторов: 1 – число укоренившихся парциальных кустов (шт.); 2 – число неукоренившихся парциальных кустов (шт.); 3 – число цветonoсных побегов (шт.); 4 – надземная фитомасса в воздушно-сухом состоянии (г/кв.м); 5 – урожай плодов (шт./кв.м); 6 – длина плагиотропных побегов (м); 7 – плотность особей (экз./кв.м). Данные 9–13 июля 1999 г.

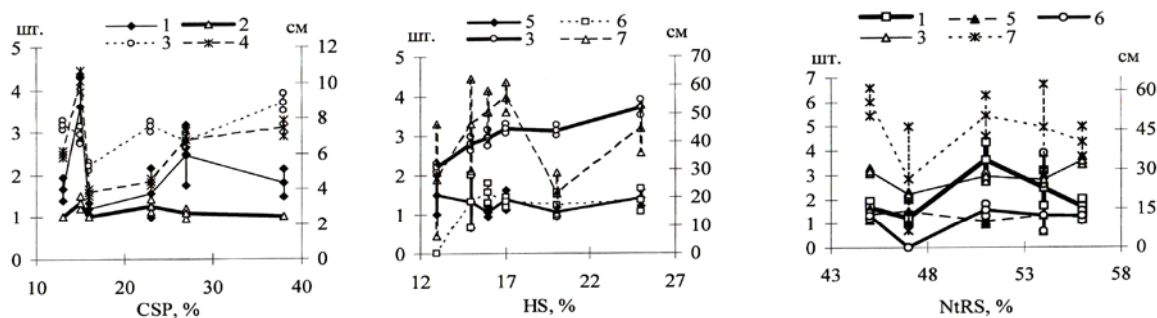


Рис.4. Изменение морфоструктурных показателей в природных популяциях *Fragaria vesca* по градиентам эколого-фитоценологических факторов: 1 – число плодов (шт.); 2 – число цветonoсных побегов (шт.); 3 – число листьев в материнском кусте (шт.); 4 – высота растений (см); 5 – число укоренившихся парциальных кустов (шт.); 6 – число неукоренившихся парциальных кустов (шт.); 7 – длина плагиотропных побегов (см). Данные 9–13 июля 1999 г.

показателей продуктивности популяций *F. vesca*. Продуктивность вегетативной сферы повышается в связи с увеличением процентной доли полицентрических особей и понижается в связи с увеличением доли моноцентрических особей. Продуктивность генеративной сферы повышается в связи с увеличением доли полицентрических генеративно размножающихся особей. Наибольший урожай плодов и фитомассы отмечен в точках с наименьшими коэффициентами фитоценологического затенения. Точки с координатами (CSP = 13–15%) можно считать оптимальными для роста и развития *F. vesca*. Кривые изменения морфоструктурных показателей и плотности по градиенту затенения имеют полиномиальный характер.

По градиенту богатства почвы азотом в морфо-функциональном спектре популяции *F. vesca* также происходят изменения. В точке с наименьшим индексом богатства азотом спектр тот же, что и в точке наименьшего затенения. Увеличение индекса на 2 % сопровождается существенными изменениями в спектре. Спектр становится неполноценным, в нём преобладают моноцентрические особи, полицентрические системы слабо развиваются. Увеличение индекса ещё на 4 % сопровождается резкой перестройкой спектра, при этом полицентрические системы развиваются очень интенсивно, моноцентрические особи часто формируют цветonoсные побеги. Дальнейшее увеличение индекса сопровождается увеличением доли группы **pcv** и **mccg** (до максимума) и снижением доли группы **pcgr**. Это влечёт соответствующие изменения в продуктивности популяции. Наибольшая фитомасса отмечена в точках NtRS = 47 и 51 %. Наибольший урожай плодов – в точке NtRS = 51 %. Кривые изменения морфоструктурных показателей и плотности по градиенту богатства почвы имеют полиномиальный характер. Только среднее число парциальных кустов в пределах одной полицентрической системы изменяется незначительно, и соответствующие кривые приближены к горизонтальной линии.

По градиенту влажности почвы не отмечается резких изменений в морфо-функциональном спектре популяции *F. vesca*. В точке наименьшей влажности находится неполноценный спектр с максимальной долей группы **mcv**. По мере повышения влажности до 16 % увеличивается до максимума доля группы **pcgr** и уменьшается до минимума доля группы **mcv**. Доля группы **mccg** при этом не изменяется. Дальнейшее повышение влажности сопровождается увеличением доли группы **pcv** до максимума, небольшим уменьшением доли группы **mccg**, и значительным уменьшением доли группы **pcgr**. Наибольшая продуктивность вегетативной и генеративной сферы отмечена в точках HS = 16–17 %. Её можно считать оптимальной для роста и развития *F. vesca*. Кривые изменения морфоструктурных показателей и плотности по градиенту влажности почвы имеют полиномиальный характер. Отмечено, что число листьев в материнском кусте имеет тенденцию к увеличению по градиенту влажности.

На рис.5 местообитания *F. vesca* привязаны к сетке трёхмерной системы экологических координат CSP, NtRS, HS. В нулевой точке почва лишена влаги, азот находится в недоступной для

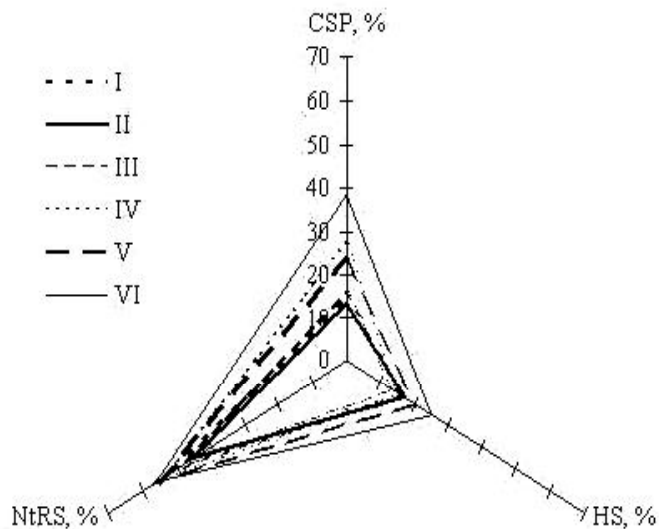


Рис.5. Ординация местообитаний *Fragaria vesca* в трёхмерной системе экологических координат: I... VI – № популяции

растений форме, фитоценотическое затенение отсутствует. Появление градиента одного из факторов сопряжено с появлением градиентов двух других факторов. Так что словосочетание «система экологических координат» в данном случае полностью себя оправдывает. Экологическая ординация местообитаний направлена на проведение мониторинга вида в разных точках его ареала.

Выводы: 1. Расчёт фитоценотического коэффициента затенения, фитоценотического индекса богатства почвы азотом и влажности почвы способствовал выявлению точек наибольшей продуктивности природных популяций *Fragaria vesca*: CSP = 13–15 %, NtRS = 47–51 %, HS = 16–17%. 2.

Изменения в популяционной организации *F. vesca* по градиентам трех основных факторов среды мало предсказуемы. Полиномиальные изменения различных морфоструктурных показателей – следствие комплексного воздействия факторов. 3. Проведение ординации местообитаний *F. vesca* в трёхмерной системе экологических координат позволяет учесть комплекс основных факторов среды.

ЛИТЕРАТУРА

- Дубровная С.А. Некоторые особенности онтогенеза *Fragaria vesca* L. в природных популяциях // Современные проблемы популяционной, исторической и прикладной экологии. Материалы конф. – Екатеринбург, 1998. – С.155–158.
- Дубровная С.А. Пространственно-временная неоднородность популяции земляники лесной (*Fragaria vesca* L.) – основа её устойчивого состояния // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: сб. мат. Всероссийской науч. конф. – Йошкар-Ола, 2004. – С. 204–205.
- Любарский Е.Л. Об оценке проективного покрытия компонентов травостоя // Экология. – 1974. – № 1. – С.98–99.
- Любарский Е.Л., Полуянова В.И. Структура ценопопуляций вегетативно-подвижных растений. – Казань, 1984. – 140 с.
- Фёдорова С.В. Морфоструктура ценопопуляций *Fragaria vesca* L. (Rosaceae) в разных эколого-фитоценологических условиях // Современные проблемы ботаники: материалы конф., посвящ. памяти В.В. Благовещенского. – Ульяновск, 2007. – С. 311–319.
- Фёдорова С.В. Анализ морфо-функциональных спектров в модельных популяциях наземно-ползучих растений // Proceedings of institute of Botany MAS. – 2009. – № 21. – P. 179–187.
- Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. – М. 1983. – 197 с.
- Юзепчук С.В. Род земляника // Флора СССР / под ред. В.Л. Комарова в 54 томах – М., JL, 1941. – Т.X. – С. 78–141.

SUMMARY

In work are considered *Fragaria vesca* L. populational responses on change phytocenosing shadow, humidity of soil and riches of soil by forms of nitrogen accessible to plants. It is used the phytoindicator approach for calculation a coefficient of shadow from plants and phytocenosing index of the Nitrogen-rich soil – author's development. The author's approach to structurizations of a population on morfo-functional groups is used. Changes in a morfo-functional spectrum, in parameters of morfostructure, parameters of efficiency and density on gradients of factors are described. It is carried out ordination of special habitats in three-dimensional system ecological coordinates