

МИКРОПОЯСНЫЕ КОМПЛЕКСЫ НА ТЕРМАЛЬНЫХ ПОЛЯХ ПАУЖЕТСКОЙ ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ (ЮЖНАЯ КАМЧАТКА)

Т.Ю. Самкова

*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006;
e-mail: samkova@kscnet.ru*

Введение

Характерной особенностью структуры растительного покрова термальных полей является микрозональное расположение растительности, ставшее предметом внимания исследователей [5, 6, 7 и др.] после работы Х.Х. Трасса [10]. Изменения в характере растительности, имеющие микрозональный характер, отмечались вблизи горячих источников в Новой Зеландии и США [14, 15, 16]. Однако, вопрос о главных факторах, регулирующих распределение растительности на термальных полях, остается открытым.

Целью работы являлось изучение влияния гидротермального процесса на структуру растительного покрова термальных полей. Работа проводилась на Верхнем, Южном и Восточно-Паужетском термальных полях Паужетской гидротермальной системы в период с 1990 г. по 2004 г. и в полевые сезоны 2006-2007 гг.

Методы исследования

Исследование растительности на термальных полях носило комплексный характер и включало в себя выделение и изучение экологических рядов растительных сообществ путем заложения экологических профилей [12]; долговременные режимные наблюдения за температурой корнеобитаемого слоя почв методом маршрутных микроклиматических съемок; исследование морфологической неоднородности популяций растений.

Методы и основные результаты изучения экологических рядов фитоценозов, а также микроклиматических наблюдений подробно изложены ранее [8].

Исследование морфологической неоднородности. С целью изучения влияния гидротермального процесса на растения исследовалась популяция *Artemisia opulenta* Ramr., занимающая местообитания с разной степенью интенсивности гидротермального воздействия. Исследовались морфологическая неоднородность популяции и связь морфологических характеристик особей и их жизненности с интенсивностью гидротермального процесса.

Для того чтобы унифицировать участки, на которых проводились исследования, был заложен ленточный трансект шириной 0.25 м и длиной 15 м. Для получения количественных характеристик использовалась прямоугольная рама размерами 0.25 x 0.50 м². Раму укладывали по одну сторону линейного трансекта и исследовали площадь, заключенную внутри рамы. На всех площадках визуально оценивали проективное покрытие основных групп растений (сосудистые, мохообразные), проективное покрытие каждого вида. Регистрировались все виды, находящиеся внутри рамы, подсчитывалось количество побегов всех видов сосудистых растений. Для каждого вида определяли число вегетативных и генеративных побегов, измерялись высота и диаметр побегов каждого растения. Кроме того, на противоположных сторонах площадок (удаленных друг от друга на 0.5 м) проводились замеры температуры почвы на глубине 5 см. Затем рама переносилась в другие точки вдоль линейного трансекта. Таким образом, количественные данные были собраны на 5 площадках размерами 0.25 x 0.50 м² с различной температурой корнеобитаемого слоя почвы. Количество обследованных растений на каждой площадке варьировалось от 26 до 45 особей.

На основе полученных данных на всех площадках были подсчитаны следующие показатели: а) общее число видов на участке в целом (флористический состав); б) суммарное количество побегов каждого вида растений; в) число вегетативных и генеративных побегов; г) высота побегов (максимальная, минимальная и средняя); д) преобладающий класс высоты, распределение частот; е) диаметр побегов (максимальный, минимальный и средний); ж) преобладающий класс диаметра побегов, распределение частот; з) средняя температура корнеобитаемого слоя почвы.

Оценка виталитета (жизненности) исследованной популяции проводилась по методу Ю.А. Злобина [3]. Этот способ оценки очень информативен и часто используется для оценки популяций разных видов в различных типах сообществ [4]. Ю.А. Злобин предложил строгую количественную схему оценки виталитета популяции на основе оценок виталитетов входящих в ее состав особей. В качестве признака, отражающего виталитет, при исследовании популяции *Artemisia opulenta* была выбрана высота побегов. На каждой площадке была получена выборка из 26 – 45 результатов измерений по этому показателю. Суммарная выборка со всех площадок составила 175 результатов измерений высоты побегов. Суммарная выборка была проранжирована от минимума к максимуму, и весь вариационный ряд разделен на три равные части – крупные (а), промежуточные (б) и мелкие (с) особи. По соотношению участия в популяции этих групп особей разного виталитета оценивался виталитет популяции на каждой из пяти площадок.

Процветающие популяции характеризуются преобладанием особей первого (а) класса виталитета. Критическое условие их выделения:

$$Q = (a+b)/2 > c \quad (1)$$

где Q – индекс качества ценопопуляции

a – крупные особи (первого класса виталитета)

b – промежуточные особи (второго класса виталитета)

c – мелкие особи (третьего класса виталитета)

Депрессивные популяции характеризуются преобладанием особей третьего (с) класса виталитета. Критическое условие их выделения:

$$Q = (a+b)/2 < c \quad (2)$$

Результаты и их обсуждение

Для горизонтальной структуры растительности исследованных термальных полей характерны сочетания фитоценозов, образующие комплексы поясного строения.

Под поясными комплексами понимают узкие полосы растительности, сменяющие друг друга в пространстве в определенном направлении в зависимости от изменения экологических факторов [1, 2]. Линейные размеры поясных комплексов на исследованных термальных полях варьируются в широких пределах: от нескольких метров до нескольких десятков метров. Наиболее часто встречаются поясные комплексы, диаметр центральной зоны которых составляет 4-5 метров. Масштаб неоднородности растительного покрова позволяет назвать эти сочетания фитоценозов на территории развития гидротермального процесса микропоясными комплексами.

Встречаются концентрические, эксцентрические микропоясные комплексы, которые, располагаясь на близких расстояниях, создают картину полицентрической комплексности (рис. 1).



Рис. 1. Полицентрическая комплексность на Верхнем термальном поле. Пунктирной линией обозначены центральные зоны микропоясных комплексов

Было установлено [8], что последовательно сменяющие друг друга сообщества микропоясного комплекса образуют экологический ряд фитоценозов. Под экологическими рядами понимают сочетания фитоценозов, упорядоченные вдоль комплексного градиента, опосредствованного в пространстве [4]. Таким комплексным градиентом является градиент интенсивности гидротермального процесса. Под влиянием гидротермального процесса изменения происходят во всем комплексе абиотических факторов, включая микроклиматические (температурный режим, влажность и состав приземного слоя воздуха, снежный покров), эдафические (механический и химический состав почв, их физические свойства) и орографические факторы. Поэтому смена растительности определяется не отдельным фактором, а сочетанием факторов, которые синхронно изменяются в пространстве. При этом температура почвы является самым точным показателем наличия и стадии развития современного гидротермального процесса.

Сопоставление множества экологических рядов, составляющих микропоясные комплексы на исследованных термальных полях, позволило выявить обобщенный экологический ряд сообществ (рис. 2). В каждом экологическом ряду, выделяемом на местности, могли отсутствовать некоторые сообщества, а на основе сравнения этих рядов определялось место каждого сообщества в обобщенном ряду.

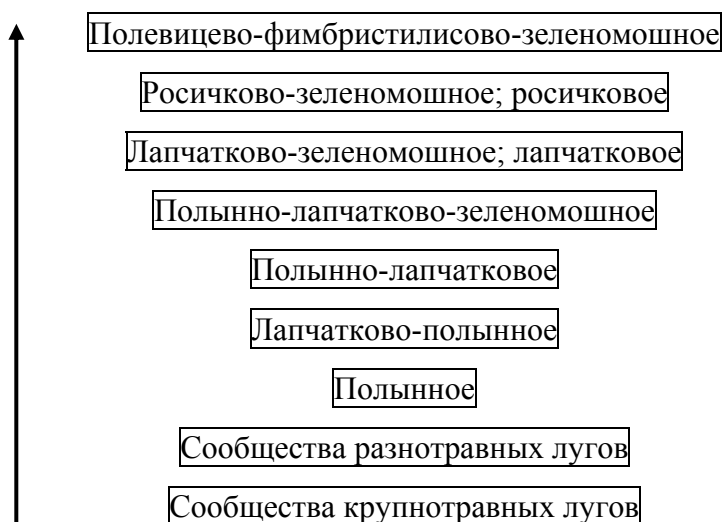


Рис. 2. Обобщенный экологический ряд растительных сообществ. Стрелка указывает направление комплексного градиента интенсивности гидротермального процесса.

В результате долговременных микроклиматических наблюдений в 10 различных экотопах на территории термального поля было установлено следующее [8]:

1. По сумме показателей (максимальные и минимальные температуры, годовая амплитуда температур почвы, значение корреляции между температурами почв и воздуха, средняя величина обогревающего воздействия и др.) может быть выделено шесть зон интенсивности гидротермального процесса. Внутри каждой зоны местообитания характеризуются сходными условиями температурного режима, наиболее информативным показателем которого является средняя величина обогревающего воздействия. Средняя величина обогревающего воздействия равна среднему значению разности между температурой почв данного экотопа и среднесуточной температурой воздуха в каждый день наблюдений [8].

2. Существует стойкая экологическая приуроченность определенных растительных сообществ к определенному режиму среды. Для экотопов сообществ с большой степенью сходства видового состава характерны близкие значения показателей температурного режима, в первую очередь, средней величины обогревающего воздействия.

3. В результате ранжирования экотопов от максимальной величины обогревающего воздействия к минимальной была получена последовательность фитоценозов, характеризующая смену сообществ по мере уменьшения интенсивности гидротермального процесса. Эта последовательность сообществ соответствует обобщенному экологическому ряду фитоценозов (рис. 2).

Было обнаружено, что распределение средних величин обогревающего воздействия по зонам с растительным покровом соответствует логарифмической кривой: по направлению от центра термоаномалии к периферии данный показатель убывает в геометрической прогрессии. Если величину обогревающего воздействия в центральной зоне термоаномалии ($\sim 36^\circ\text{C}$) принять за x , то следующая зона характеризуется величиной $x/2$ ($\sim 18^\circ\text{C}$), затем следует зона с величиной обогревающего воздействия, равной $x/4$ ($\sim 9^\circ\text{C}$), далее $x/8$ ($\sim 4.5^\circ\text{C}$), и, наконец, $x/16$ ($\sim 2.3^\circ\text{C}$).

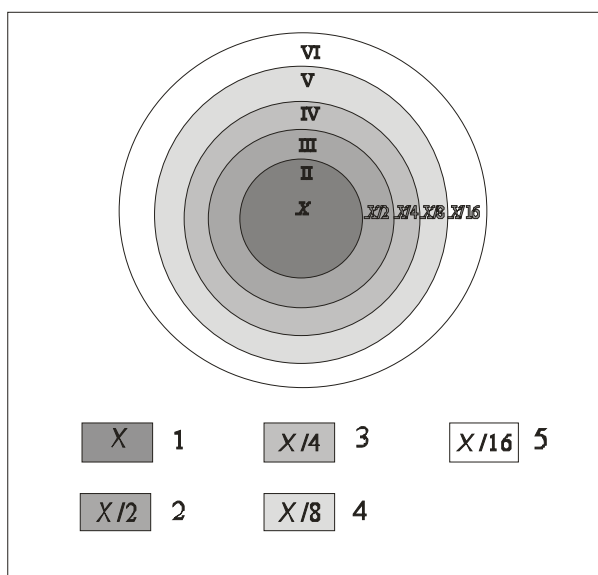


Рис. 3. Схематическая модель зонального расположения экотопов, дифференцированных по степени обогревающего воздействия (x), в радиусе действия термопроявления. 1 – зона I с максимальной величиной обогревающего воздействия; 2 – зона II с величиной обогревающего воздействия вдвое меньше максимальной; 3 – зона III с величиной обогревающего воздействия вчетверо меньше максимальной; 4 – зона IV с величиной обогревающего воздействия в восемь раз меньше максимальной; 5 – зона V с величиной обогревающего воздействия в шестнадцать раз меньше максимальной.



Рис. 4. Микропоясной комплекс на Верхнем термальном поле. Римскими цифрами обозначены зоны интенсивности гидротермального воздействия

Выявленная последовательность зон интенсивности гидротермального процесса может быть представлена в виде концентрической структуры (рис. 3). В результате

вырисовывается картина пространственной структуры температурного поля очага термоаномалии, опосредованной пространственной структурой растительного покрова.

Получившаяся гипотетическая концентрическая модель хорошо соотносится со структурой растительности микропоясного комплекса (рис. 4) и является экологической моделью последнего. Смена зон интенсивности гидротермального процесса по направлению от центра к периферии термоаномалии служит причиной образования микропоясных комплексов.

От центра к периферии микропоясного комплекса наблюдаются не только изменения флористического состава, но и закономерные изменения количественных характеристик видов и сообществ.

В исследовании морфологической неоднородности популяции полыни пышной установлено, что по линии трансекта на протяжении 13 м происходит падение средней температуры почвы на 15.8°C: от 33.7°C на 1 площадке до 17.9°C на пятой.

Высота побегов. С уменьшением температуры почвы по трансекту связан рост средней высоты полыни пышной *Artemisia opulenta* (рис. 5). Средняя высота побегов изменяется от 14.9 см (на первой площадке) до 115.1 см (на пятой площадке). Увеличение высоты побегов от площадки к площадке происходит неравномерно. На площадках № 1, 2, 3, характеризующихся высокими значениями температуры почвы, наблюдается относительно небольшой прирост. Уменьшение температуры на 1°C между первой и второй площадками соответствует увеличению средней высоты на 0.6 см, между второй и третьей – на 2.1 см, между третьей и четвертой – на 5.2 см, между четвертой и пятой – на 81 см.

Минимальная высота на первых трех площадках остается на одном уровне: 8 – 9 см. На четвертой площадке она поднимается до 27 см, а на пятой - до 56 см (рис. 5).

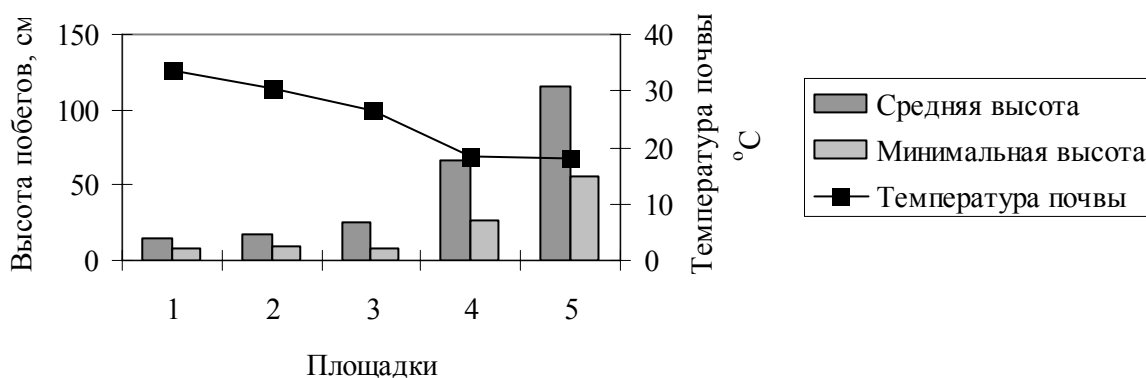


Рис. 5. Изменение высоты *Artemisia opulenta* с изменением температуры почвы

Оценка виталитета популяции по признаку высоты побегов показала, что популяция в пределах первых трех площадок характеризуется присутствием в ее составе исключительно мелких особей (с) и, следовательно, оценивается как депрессивная (рис. 6). Для популяции в пределах четвертой площадки свойственно преобладание (91%) промежуточных особей (b), небольшое число мелких (9%) и отсутствие крупных особей. Популяция в пределах пятой площадки характеризуется преобладанием особей первого (a) класса виталитета (91%), небольшой долей промежуточных по величине особей (9%), отсутствием мелких особей (рис. 6) и является процветающей.

Таким образом, прослеживается устойчивая связь между температурой почвы и высотой побегов. В области высоких температур почвы особи угнетены, с уменьшением температуры жизнеспособность растений возрастает. По виталитету особей в пределах исследованной популяции можно выделить три части.

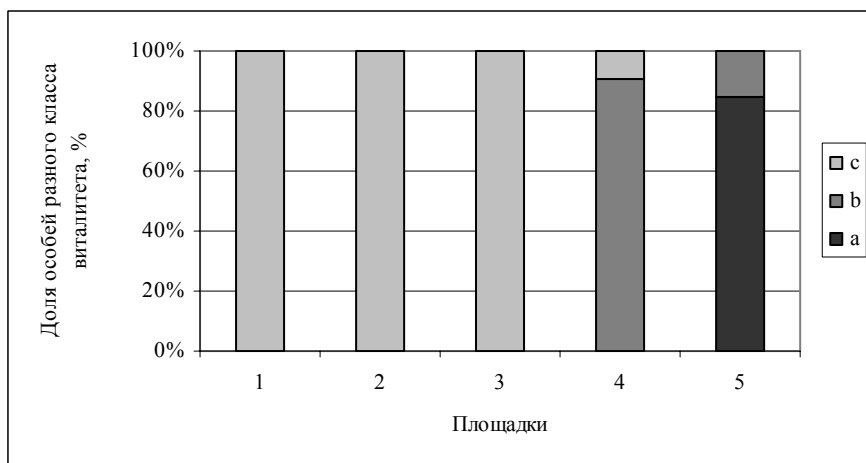


Рис. 6. Изменение соотношения особей разных классов виталитета.
a – крупные особи; *b* – промежуточные по высоте особи; *c* – мелкие особи

Депрессивная часть популяции приурочена к территории с температурой почвы 26.4 – 33.7°C. Эту часть популяции характеризуют площадки № 1, 2, 3. Низкорослость всех особей, отсутствие особей более высокого виталитета – промежуточных и крупных, относительно небольшой прирост в ответ на снижение температуры, сохраняющаяся на одном уровне минимальная высота побегов свидетельствуют о значительном абиотическом стрессе, испытываемом растениями на этой территории.

Преобладание особей промежуточного класса виталитета наблюдается на территории с температурой почвы 18.5°C.

Процветающая часть популяции приурочена к территории с температурой почвы 17.9°C. Вместе с увеличением высоты побегов наблюдается выпадение из популяции мелких особей, что является следствием конкуренции за свет.

Связь между температурой почвы и диаметром побегов так же ясно прослеживается (рис. 7). С падением температуры почв средний диаметр увеличивается от 2.4 мм (на первой площадке) до 6.4 мм (на пятой площадке).

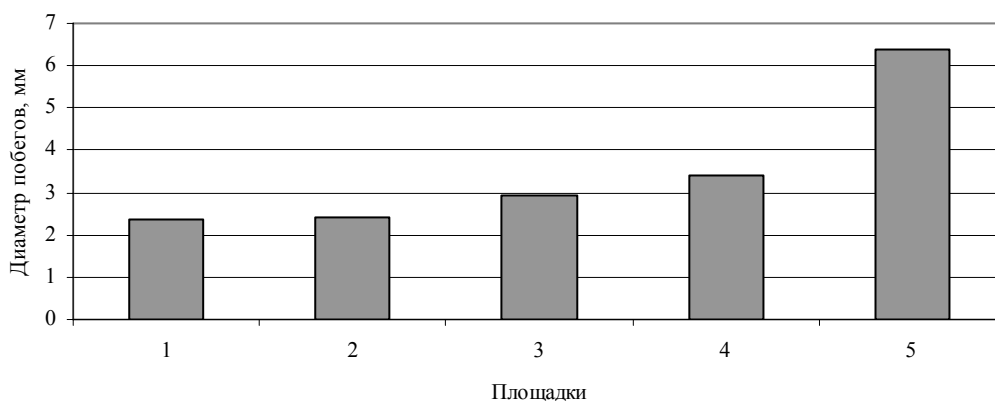


Рис. 7. Увеличение среднего диаметра побегов *Artemisia opulenta* с уменьшением температуры почвы.

Проективное покрытие. Полынь реагирует на уменьшение температуры увеличением проективного покрытия – от 35% на первой площадке до 100% на пятой (рис. 8а).

Количество побегов. Связь между температурой почвы и количеством побегов (рис. 8б) выглядит парадоксально. Плотность популяции (число особей на 1 м²) уменьшается при уменьшении стрессового воздействия гидротермального процесса.

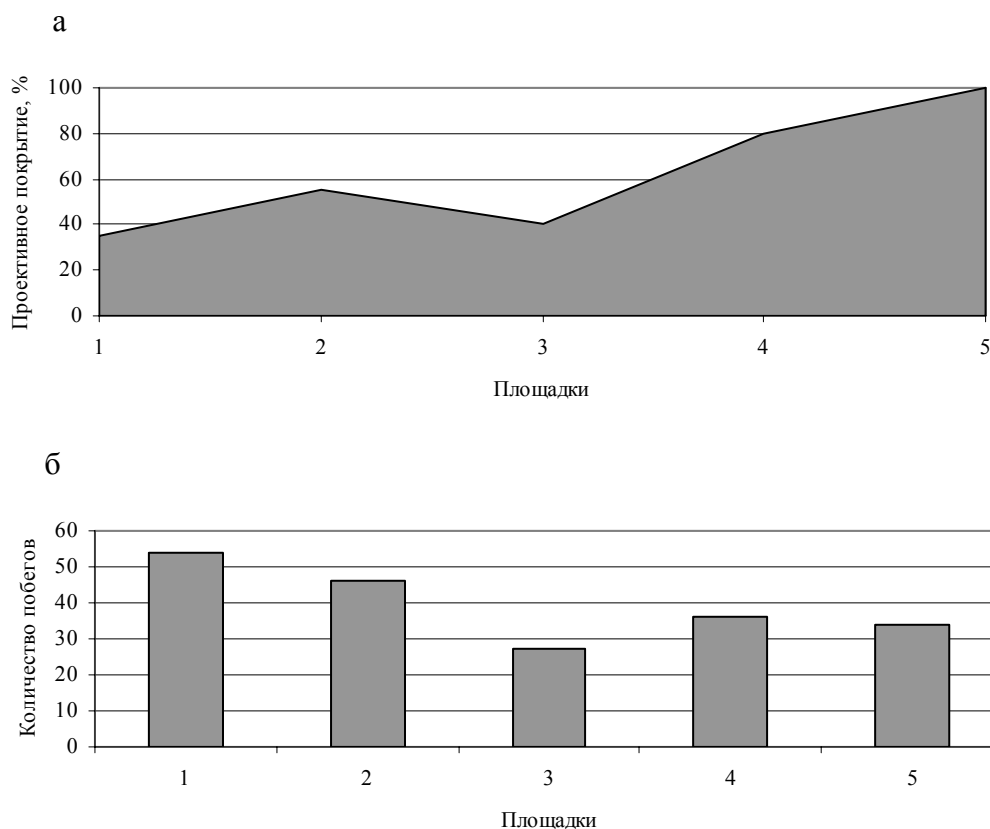


Рис. 8. Изменение проективного покрытия (а) и количества побегов (б) *Artemisia opulenta* с изменением температуры почвы

Это явление – самоизреживание популяции с улучшением условий произрастания – известно [9, 11] и является следствием конкуренции за свет. На территории с высокой интенсивностью гидротермального процесса, которую характеризуют площадки № 1, 2, 3, растения испытывают значительный абиотический стресс. Стрессовые воздействия понижают жизненность растений ниже тех уровней, когда они конкурируют. С уменьшением абиотического стресса мощность растений повышается (площадка № 5). Вместе с этим увеличивается их воздействие друг на друга, что ведет к увеличению количества отмирающих особей и выживанию небольшого числа крупных растений. Другими словами, с уменьшением интенсивности гидротермального процесса конкуренция становится главной организующей силой.

Таким образом, в этом исследовании установлено следующее:

1) гидротермальный процесс, который индицирует высокая температура почвы, угнетающе действует на растения, что проявляется в уменьшении высоты и диаметра побегов *Artemisia opulenta*, снижении проективного покрытия вида;

2) гидротермальный процесс оказывает влияние на интенсивность и значимость внутривидовой конкуренции.

Выводы из этого исследования применимы и к межвидовой конкуренции. Поскольку гидротермальный процесс, влияя на виталитет популяций растений, определяет изменения конкурентоспособности отдельных видов, постольку он создает предпосылки для того или иного исхода межвидовых конкурентных взаимоотношений. Показателем конкурентной способности вида в данных условиях служит его участие в сообществе. Направленная смена фитоценозов в микропоясных комплексах свидетельствует о быстром изменении конкурентоспособности видов, обусловленном столь же быстрым изменением экологических условий среды.

Рассмотрим влияние гидротермального процесса на исход межвидовой конкуренции на примере двух соседних зон интенсивности гидротермального воздействия (зоны

III и IV) в экологической модели микропоясного комплекса. Если соотнести исследованные площадки и зоны интенсивности гидротермального воздействия, то площадки № 1, 2, 3 характеризуют зону III (прогретые местообитания), а площадки № 4, 5 – зону IV (умеренно прогретые местообитания).

На территории зоны III (площадки № 1, 2, 3), как показано выше, растения испытывают значительный абиотический стресс. Для абсолютного большинства видов конкретной флоры экологические условия этой зоны являются экстремальными (индикация по отсутствию). Для немногих видов, освоивших эти местообитания (*Potentilla stolonifera* Lehm. ex Ledeb., *Acetosella vulgaris* (Koch) Fourg., *Artemisia opulenta* Pamp. и др.), они являются не самыми оптимальными, но менее оспариваемыми.

Наибольшей конкурентной мощностью в зоне III обладает лапчатка побегоносная *Potentilla stolonifera* Lehm. ex Ledeb., встречающаяся здесь с большим постоянством и обилием. Ее высокая конкурентоспособность в данных условиях определяется экологическими и биологическими свойствами. Из экологических свойств можно выделить способность проявлять устойчивость к переменности условий среды, которая, согласно нашему исследованию, высока в этой зоне; проявлять устойчивость к воздействию целого комплекса неблагоприятных факторов, обусловленных гидротермальным процессом (кислая реакция почв, поступление солей, высокая температура почвы, маломощный снежный покров или его отсутствие и т.д.). Особенно важная в условиях зоны III способность лапчатки побегоносной произрастать при аэральном поступлении солей подтверждается тем, что типичные местообитания *Potentilla stolonifera* на Камчатке находятся у моря: на скалах, луговых и каменистых склонах, береговых валах [13]. Из биологических свойств *Potentilla stolonifera* наиболее важной представляется способность к семенному и вегетативному размножению. Вегетативно-подвижные (клональные) растения более адаптивны, виды, сочетающие семенное и вегетативное размножение, имеют более обширные ареалы [4].

Наряду с лапчаткой, в растительных сообществах зоны III встречается полынь пышная *Artemisia opulenta* Pamp. Как установлено в исследовании, конкурентоспособность полыни в этих условиях снижена: особи угнетены, проективное покрытие вида мало. Таким образом, в условиях зоны III полынь менее конкурентоспособна, чем лапчатка.

При переходе к зоне IV картина меняется. Для этой зоны типичными являются полынные сообщества. Согласно нашему исследованию, по виталитету ценопопуляция полыни в этой зоне является процветающей, а конкурентная мощность этого вида является высокой. Лапчатка встречается единично или полностью выпадает из состава сообществ. Между лапчатковыми сообществами зоны III и полынными сообществами зоны IV наблюдается постепенный переход, на протяжении которого увеличивается участие полыни в сложении сообществ. С увеличением мощности особей и сомкнутости полыни конкурентные отношения за свет складываются в пользу полыни, и в итоге полынь вытесняет лапчатку.

Из приведенного примера следует, что смена растительных сообществ в микропоясном комплексе определяется взаимодействием абиотических и биотических факторов, относительная значимость которых меняется по мере удаления от центра термоаномалии. На территории зон II и III, в области сильных стрессовых воздействий конкуренция не имеет большого значения. Главным фактором являются неблагоприятные условия среды, определяемые гидротермальным процессом. Каждый вид выживает в данных условиях по-своему, справляясь с абиотическим стрессом при помощи специальных адаптаций. С уменьшением интенсивности гидротермального процесса, начиная с зоны IV, межвидовая конкуренция становится главным организующим фактором, определяющим распространение и обилие растений. При этом условия среды каждой зоны, связанные с интенсивностью гидротермального процесса, по сути, являются экологическими предпосылками конкурентных взаимоотношений видов. При переходе от

зоны к зоне вместе с изменением комплекса факторов среды изменяется относительная конкурентоспособность видов, что отражается на участии видов в сообществе и в итоге ведет к смене сообщества.

Выводы

Исследована пространственная структура растительности на территории термального поля. В горизонтальной структуре растительности выделены микропоясные комплексы. По природе они являются экологическими рядами, т. е. представляют собой сочетания фитоценозов, упорядоченные вдоль комплексного градиента интенсивности гидротермального процесса.

На основе анализа данных долговременных микроклиматических наблюдений выделено шесть зон интенсивности гидротермального процесса. Каждой зоне соответствует определенное значение показателя величины тепляющего воздействия, отражающего интенсивность гидротермального процесса. Значения показателя для разных зон связаны между собой логарифмически: по направлению от центра термоаномалии к периферии данный показатель убывает в геометрической прогрессии. Для каждой зоны установлены свойственный ей экологический режим и характерный набор растительных сообществ. Представленная в виде концентрической структуры, последовательность зон является экологической моделью микропоясного комплекса.

По направлению от центра к периферии микропоясного комплекса происходят не только изменения флористического состава, но и закономерные изменения количественных характеристик видов и сообществ. В исследовании популяции *Artemisia opulenta* установлено следующее: 1) гидротермальный процесс, который индицирует высокая температура почвы, угнетающе действует на растения, что проявляется в уменьшении высоты и диаметра побегов *Artemisia opulenta*, снижении проективного покрытия вида; 2) гидротермальный процесс оказывает влияние на интенсивность и значимость внутривидовой конкуренции.

Смена растительных сообществ в микропоясном комплексе определяется взаимодействием абиотических и биотических факторов, относительная значимость которых меняется по мере удаления от центра термоаномалии. В экстремально прогретых и прогретых местообитаниях (зоны II и III), в области сильных стрессовых воздействий, конкуренция не имеет большого значения. Главным фактором являются неблагоприятные условия среды, определяемые гидротермальным процессом. С уменьшением интенсивности гидротермального воздействия, начиная с зоны IV (умеренно прогретые местообитания), межвидовая конкуренция становится главным организующим фактором, определяющим распространение и обилие растений. Таким образом, последовательность зон интенсивности гидротермального процесса создает экологические предпосылки для конкурентных взаимоотношений видов, и результатом взаимодействия этих факторов является микроразнообразие растительности на термальных полях.

Предложенная модель описывает отдельные аспекты того, что происходит в местообитаниях под действием гидротермального процесса. Сведение результатов различных исследований открывает путь к более полной экологической модели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воронов А. Г. Геоботаника. М.: Высшая школа, 1973. 384 с.
2. Глумов Г. А. К вопросу о морфологической структуре почвенно-растительных комплексов // Труды Пермского гос. с.-х. ин-та, 1948. Т. 12. С. 43–78.
3. Злобин Ю. А. Принципы и методы изучения ценологических популяций растений. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1989. 146 с.
4. Миркин Б. М., Наумова Л. Г., Соломещ А. И. Современная наука о растительности. М.: Логос, 2002. 264 с.

5. *Нешатаева В.Ю.* Растительные группировки окрестностей горячих ключей // Растительность Кроноцкого государственного заповедника (Восточная Камчатка). Труды Ботанического ин-та РАН. 1994. Вып. 16. С. 195-201.
6. *Плотникова Л.С., Трулевич Н.В.* Зависимость флористического состава бассейна р. Паужетки от геотермальных источников // Бюл. Главн. бот. сада АН СССР. 1975. Вып. 98. С. 49-52.
7. *Рассохина Л.И., Чернягина О.А.* Фитоценозы термалей “Долины Гейзеров” // Структура и динамика растительности и почв в заповедниках РСФСР. М.: ЦНИЛ Главохоты РСФСР, 1982. С. 51-62.
8. *Самкова Т.Ю.* Структура растительности термального поля как отражение пространственной структуры гидротермальных процессов (на примере термальных полей Паужетской гидротермальной системы) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2007. № 2 (10). С. 87-101.
9. *Сукачев В.Н.* Растительные сообщества (введение в фитосоциологию). Изд. 4-е. М.; Л., 1928. 235 с.
10. *Трасс Х.Х.* О растительности окрестностей горячих ключей и гейзеров долины реки Гейзерной полуострова Камчатки // Исследование природы Дальнего Востока. Таллин: Изд-во АН ЭстССР, 1963. С. 112-146.
11. *Уиттекер Р.* Сообщества и экосистемы. М.: Прогресс, 1980. 328 с.
12. *Юнатов А.А.* Типы и содержание геоботанических исследований. Выбор пробных площадей и заложение экологических профилей // Полевая геоботаника. М. – Л.: Наука, 1964. Т. 3. С. 9-36.
13. *Якубов В.В., Чернягина О.А.* Каталог флоры Камчатки (сосудистые растения). Петропавловск-Камчатский: Изд-во “Камчатпресс”, 2004. 165 с.
14. *Bockheim J.G., Ballard T.M.* Hydrothermal soils of the crater of Mt. Baker // Soil Sci. Soc. Am. Proc. 1975. Vol. 39. P. 997-1001.
15. *Vucetich C.G., Wells N.* Soils, agriculture, and forestry of Waiotapu region, central North Island, New Zealand // New Zealand Soil Bureau Bulletin. 1978. Vol.31.P.11-88.
16. *Wilson M.A., Rodman A.W., et al.* Acid sulfate hydrothermal soil development from rhyolite flow and tuff: Yellowstone National Park, Wyoming, U.S.A. // Soil Micromorphology: studies on soil diversity, diagnostics, dynamics. Proceedings of the X International Working Meeting on Soil Micromorphology. Moscow-Wageningen, 1997. P. 219-231.

MICROZONE COMPLEXES ON THERMAL FIELDS OF PAUZHETKA HYDROTHERMAL SYSTEM (SOUTHERN KAMCHATKA)

T.Yu. Samkova

Institute of Volcanology and Seismology FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683006

The spatial structure of vegetation in territory of thermal fields is investigated. Ecological series of phytocoenoses formed along a complex gradient of intensity of hydrothermal influence are established. The ecological model of a microzone complex is offered. Dependence of quantitative characteristics of species and plant communities on intensity of hydrothermal process is shown. The factors adjusting a zone arrangement of vegetation are considered.