

УДК 581.55:595:631(571-656)

ХАРАКТЕРИСТИКА КЛЮЧЕВЫХ УЧАСТКОВ НА ЭКОТОНАХ РАЗНОЙ ИЕРАРХИИ И ГЕНЕЗИСА В ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ АРКТИКЕ И СУБАРКТИКЕ

Попова Е.И., Ильминских Н.Г.

*ФГБУН «Тобольская комплексная научная станция» УрО РАН,
Тобольск, e-mail: popova-3456@mail.ru*

Экотоны (зоны напряжения) – переходные зоны между двумя фитоценозами, где происходит их взаимопроникновение. Экотон имеет также ряд особенностей, отличающих его от соседних сообществ. Так, в экотоне имеется тенденция к повышению видовой насыщенности вследствие перекрытия экологических амплитуд видов разных экологических групп, то есть возникает так называемый экотонный, или краевой эффект [1, 2]. Следует заметить, что выраженный экотонный эффект проявляется в достаточной степени лишь в зоне перехода между экологически контрастными местообитаниями [5]. В согласии с вышеприведенными представлениями далее приведены некоторые результаты комплексного исследования экотонов Субарктики и Арктики в пределах Западной Сибири, полученные в ходе экспедиции по гранту № 12-4-7-009 в рамках программы «Арктика» конкурсных фундаментальных ориентированных исследований Уральского отделения РАН. Было исследовано 24 ключевых участка.

Ключевые слова: экотон, биоразнообразие, экологические профили, формула древостоя, общее проективное покрытие

DESCRIPTION OF KEY AREAS ON THE ECOTONE DIFFERENT HIERARCHIES AND GENESIS IN THE WEST – SIBERIAN ARCTIC AND SUBARCTIC

Popova E.I., Ilminskikh N.G.

*Federal State Institution of Science Tobolsk Complex Scientific Station UD RAS, Tobolsk,
e-mail: popova-3456@mail.ru*

Ecotones (zones stress) – transients zones between the two phytocenoses where they are mutual penetration. Ecotone also has several features that distinguish it from the neighboring communities. Thus, in ecotone tends to increase the due to the overlapping of species abundance of environmental amplitudes of different kinds ecological groups, that is, a so-called ecotone or boundary effect. Should be noted that the expressed ecotone effect appears sufficiently only in the transition zone between ecologically contrasting habitats. In accordance with the above ideas, then present some results of a comprehensive study of the Arctic and Subarctic ecotones within the Western Siberia, obtained during the expedition at the grant № 12-4-7-009 within the program «Arctic» competitive basic oriented research Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Was examined 24 key plot.

Keywords: ecotone, biodiversity, environmental profiles, the formula of the stand, the total projective cover

Всякая наука, которая занимается проблемами, рано или поздно сталкивается с проблемой границ. В экологической науке границы между экосистемами называются экотонами. Из первоначального определения экотона как полосы (границы), где усилено «напряжение жизни», вытекает, что в экотоне биотическое выступает на первый план, «подавляя» абиотическое [2, 4]. Другими словами, дискретизация континуума среды происходит преимущественно благодаря биотической компоненте, т.е. экотон «строится» биотой. Это следует также из различий в понятиях экосистема и геосистема: в экосистеме биотическая компонента занимает не равнозначное положение, как в геосистеме, а центральное [3].

Цель исследования – изучение состояния экотональных экосистем разной иерархии (экотон тундра – лес, лесотундра – северная тайга, лесотундра – тундра,

мохово-лишайниковая тундра – кустарничковая тундра и др.) и генезиса (помимо перечисленных выше экотонов естественного генезиса, также и антропогенные экотоны: экотон город – тундра, экотон полигон ТБО – тундра и др.).

Материал и методы исследования

Проводилась закладка экологических профилей перпендикулярно экотону; отбор средних проб, затем полное описание геоботанических площадок по стандартной методике с применением метода вписанных квадратов: первоначально производится описание площадки 1×1 м, далее площадь наращивается до 4·4 м = 16 м² (при этом первый кв.м остается в составе второго, будучи в него вписанным), затем площадь наращивается до 20·20 = 400 м² (площадка 16 м² также остаётся в составе площадки 400 м²); на экологическом профиле описываются, таким образом, 3 площадки размерами 400 м²:

- 1) на экотоне;
- 2) в прилегающей экосистеме слева;
- 3) в прилегающей экосистеме справа; исследования плотности фитоценоза, при этом на каждом из

трех отрезков экологического профиля случайным образом закладываются по 3 площадки по 1 м², на которых подсчитывается плотность фитоценоза, затем с них срезается весь травостой, мхи и лишайники до поверхности почвы.

Результаты исследований и их обсуждение

В результате комплексного исследования экотонных Субарктики и Арктики в пределах Западной Сибири были исследованы следующие ключевые участки:

I. Около 35 км к северу от г. Ноябрьск. Река Пякупур, правобережье. Гидрогенный экотон. 63°30,033' с.ш., 74°36,577' в.д.:

1. Прирусловая пойма низкого уровня. Пионерное сообщество с низким (60%, в т.ч. мхи 15%) общим проективным покрытием. Осоково-злаково-ситниковое сообщество. *Juncetum caricoso-graminosum*.

2. Пойма высокого уровня. Ивняк (3 м h) с общим проективным покрытием 90%, в т.ч. травяного яруса 50%. Ивняк злаково-разнотравный. *Salicetum varieherboso-graminetum*.

3. Полидоминантная тайга на припойменной террасе. Формула древостоя Е8К1Б1 + Лед. Общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса 95%. Ельник с кедром и березой майничково-черничный. *Pineto (sibiricae) – Betuleto (pubescentis) – Piceetum majanthemoso – myrtillosum*.

II. Близ ключевого участка I. Левобережье р. Пякупур. Гидрогенный экотон. 63°29,932' с.ш., 74°36,134' в.д.:

1. Прирусловая пойма низкого уровня. Пионерное сообщество с низким (60%) общим проективным покрытием. Осоково-ситниковое сообщество. *Juncetum caricosum*.

2. Высокая прирусловая грива. Ивняк (4 м h), сомкнутость крон 0,8. Общее проективное покрытие травяного яруса 80%. Ивняк разнотравно-злаковый. *Salicetum varieherboso-graminosum*.

3. Кедровник на припойменной террасе. Формула древостоя К8Е1Л1 + Бед. Общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса 70%. Кедровник брусничный. *Pinetum (sibiricae) vaccinosum*.

III. Около 10 км к северу от г. Пурпе. Река Пур, правобережье. 64°40,225" с.ш., 77°06,564" в.д.:

1. Прибрежный «пляж» почти без растительности.

2. Ивняк на прирусловой гриве. Ива 3–4 м h. Сомкнутость крон 0,8. Общее проективное покрытие травяного яруса 50%. Ивняк разнотравно-злаковый. *Salicetum varieherboso-graminosum*.

3. Темнохвойная тайга на припойменной террасе. Формула древостоя Е7К3 + Бед. Общее проективное покрытие травяно-ку-

старничкового яруса 100%, без мхов 80%. Ельник с кедром кустарничковый. *Pineto (sibiricae) – Piceetum fruticetosum*.

IV. Близ участка III. Левобережье р. Пур. 64°40,210' с.ш., 77°06,107' в.д.:

1. Прирусловая пойма низкого уровня. Разнотравно-осоково-злаковое сообщество. *Varieherboso-caricoso-graminetum*.

2. Ивняк на высокой пойменной гриве. ОПП трав 90% + ветошь 10%. Ивняк вейниковый. *Salicetum calamagrostidosum*.

3. Припойменная полидоминантная тайга. Формула древостоя Б4ЕЗЛ2К1. Сомкнутость крон 0,7. Общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса 60%. Полидоминантная брусничная тайга. *Mixtosylvetum vaccinosum*.

V. Фрагмент тундры 1,5×2 км с озерами. 65°31,491' с.ш., 77°50,284' в.д. между г. Тарко-Сале и г. Уренгой:

1. Прибрежное осоково-пушицево-сфагновое сообщество. *Sphagnetum caricoso-eriphorosum*.

2. Кустарничково-сфагново-лишайниковая тундра *Fruticetoso-sphagnosocladonietum*.

3. Опушка северной тайги. Кустарничковое сообщество с осокой. *Fruticetum caricosum*.

4. Лиственничник с березой. Формула древостоя Л6Б4. Сомкнутость крон 0,3. *Betuleto-Laricetum fruticetosum*. Общее проективное покрытие кустарничкового яруса 30%.

VI. Экотон железнодорожная насыпь – северная тайга близ участка V. 65°31,638" с.ш., 77°49,835' в.д.:

1. Железнодорожная насыпь со злаково-кустарничково-рудеральным сообществом. Общее проективное покрытие 70%. *Graminetum-fruticeto-ruderatum*.

2. Экотон. Кустарничково-осоково-злаковое сообщество. Общее проективное покрытие 85%. *Fruticeto-cariceto-graminetum*.

3. Редколесье. Сомкнутость крон < 0,1. Формула древостоя Л7Б3. Общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса 30%. Лиственничник с березой ерничково-лишайниковый. *Betuleto-Laricetum betulosum (nanae)*.

VII. Экотон шоссейная дорога – северная тайга. 65°42,189' с.ш., 78°01,198' в.д.:

1. Насыпь шоссейной дороги. Рудерально-овсянищевое сообщество. *Rudero-Festucetum (ovinae)*.

2. Экотон. Овсянищевое-кустарничковое сообщество. *Festucetum (ovinae) – Fruticosum*.

3. Северная полидоминантная тайга. Формула древостоя К4Б3Е3 + Лед. Сомкнутость крон 0,5. Кедровник с елью и березой голубичный. *Piceeto-Betuleto-Pinetum (sibiricae) vaccinosum (uliginosae)*.

VIII. Экотон железная дорога – кустарничковая тундра. 65°58,354' с.ш., 78°01,056' в.д.:

1. Насыпь железнодорожная. В экспозиции. Осочник с рудеральными растениями. *Caricetum ruderetum*.

1а. Насыпь железнодорожная. Пала не было. В экспозиции. Хвощово-злаково-рудеральное сообщество. *Equisetosograminoso-ruderetum*.

2. Экотон. Осоково-кустарничковое сообщество. *Caricoso-Fruticetum*. Общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса 90%.

3. Пухоносо-ерниковая тундра. *Vaeotrioso-Betuletum (nanae)*.

IX. Водораздельный увал протяжением около 30 км от Нового Уренгоя к северу. Экотон Северная тайга – лесотундра. 66°05,131' с.ш., 76°19,897' в.д.:

1. Лиственничная ерничково-лишайниковая лесотундра на супесчаной почве. *Laricetum cladonioso-Betuletum (nanae)*.

2. Экотон. *Fruticetoso-Betuletum (nanae)* Ерник кустарничковый. Общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса 80%.

3. Северная тайга. Формула древостоя Л 10. Сомкнутость крон 0,5. Общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса 75%. Лиственничник кустарничковый. *Laricetum fruticetosum*.

X. Экотон Обская губа в г. Ямбург, высокий, обрывистый берег. 67°54,885' с.ш., 74°48,944' в.д.:

1. Пионерное сообщество на песке (пляж).

2. Экотон.

3. Тундра над обрывом. Общее проективное покрытие 90%.

4. Плоская (слабый уклон на 3, к губе) кустарничково-лишайниково-моховая тундра.

XI. Эрозионный взрез с ручьем на восточном берегу Обской губы в окрестностях г. Ямбург, близ участка X. 67°55,017' с.ш., 74°49,033' в.д.:

1. Ивняк в долине вреза с ручьем. *Salicetum (lanatae) Calamagrostidosphagnosum*.

2. Склон южной экспозиции, уклон ~ 30°. Разнотравно-шикшово-арктоусовое сообщество. *Varieherboso-Empetretum-Arctoetum*.

XII. Берег Обской губы в окрестностях г. Ямбург. Описание – дубли. 67°55,655' с.ш., 74°49,136' в.д.:

1. Прибрежное пионерное сообщество на песке. *Varieherboso-Graminoso-Caricetum*.

2. Склон западной экспозиции, уклон 10–12°, Олуговелая тундра. *Salicetum (lanatae) varieherbosum*. Общее проективное покрытие 95%.

3. Сухая плоская злаково-кустарничковая тундра *Fruticeto-Graminetum*. Общее проективное покрытие 80%, за вычетом мхов и лишайников 65%, много ветоши (до 20%).

4. Злаково-разнотравно-кустарничковая полигональная тундра на склоне юго-восточной экспозиции, уклон 30°. Проективное покрытие сосудистых растений 90%. *Gramimoso-Varieherboso-Fruticetum*.

XIII. Ивняк с ручьем между двух холмов коренного берега. *Salicetum calamagrostidosum*. Общее проективное покрытие 100%, сосудистых растений 60%.

XIV. Полигон ТБО в г. Ямбург и прилегающая тундра. 67°56,353' с.ш., 74°53,567' в.д.:

1. «Тело свалки», собственно полигон ТБО. Общее проективное покрытие 25%, много привозимого песка, которым засыпается мусор.

2. Экотон. Злаково-пушицевое сообщество. *Graminetum-Eriophoretum*. Общепроективное покрытие 90%.

3. Кустарничковая мелко-бугристо-западинистая тундра. Общее проективное покрытие 100%.

XV. Экотон осоково-пушицево-сфагновая тундра – кустарничковая тундра. Тундра мокрая. 67°56,823' с.ш., 75°16,475' в.д.:

1. Осоково-пушицево-сфагновая тундра. Общее проективное покрытие 100%, в т.ч. сосудистых растений 40%.

2. Экотон. Кустарничково-осоково-пушицевая тундра. Общее проективное покрытие 100%, в т.ч. сосудистых растений – 60%.

3. Бугристо-западинистая кустарничковая тундра. Общее проективное покрытие 95%, в т.ч. кустарников 65%, трав < 10%.

XVI. Бугор морозного пучения, h 12 м. 67°37,150' с.ш., 75°57,348' в.д.:

1. Верхушка бугра. Кустарничково-злаковые сообщества *Fruticetoso-graminetum*. Общее проективное покрытие 80%.

2. Экотон. Подножие бугра – тундра, С экспозиция, уклона 7–8°. Кустарничково-осоково-сфагновая тундра. Общее проективное покрытие 100%, в т.ч. кустарников 60%, трав – 20%.

3. Плоская слабокочкарная пушицево-сфагновая тундра. Общее проективное покрытие 100%.

XVII. Северная долинная тайга. 66°48,420' с.ш., 76°24,522' в.д.:

1. Лиственничник сфагнуво-ерниковый. Л10, ср. h 10–12 м. Сомкнутость крон 0,5, береза извилистая, подрост из лиственницы. Кустарничково-сфагновый лиственничник. *Laricetum fruticetosum-sphagnosum*.

2. Экотон. Кустарничково-злаковый мелкий ивняк. Общее проективное покрытие 90%, в т.ч. трав и кустарников 30%.

3. Долинное низинное болото (не пойменное). Вейниково-осоковое кочкарное сообщество. Общее проективное покрытие 70%, ветошь 20%.

XVIII. Водораздел западно-восточного направления в 1,5 км от автомобильного моста на р. Таб-Яха. В системе водораздела возвышенность порядка северо-южного направления, внизу, через полосу тундры, протекает ручей. 66°48,932' с.ш., 76°24,607' в.д.:

1. Сухая слегка бугристо-западинистая ерниково-лишайниковая тундра. Общее проективное покрытие 80%.

2. Склон восточной экспозиции, уклон 6–7°. Ерниково-кладониевая тундра. Ерник низкий 20 см h. Общее проективное покрытие ерника 40%, лишайников 50%.

3. Пятнистая лесотундра на пологом склоне. В экспозиции, уклон 6–7°. Пятна почти голого грунта (суглинка) занимают 40–50% площади, располагаются примерно в 1 м друг от друга, 50–100D. Общее проективное покрытие сосудистых растений 25%. Ерник вейниково-кустарничковый. *Betuletum (nanae) calamagrostidosofruticetosum*.

4. Низинное осоковое болото в долине ручья, прилегает к описанию № 1. *Caricetum*. Общее проективное покрытие 100%. Много ветоши.

XIX. Поселок Тазовский. Полигон ТБО и прилегающая тундра. 67°28,576' с.ш., 78°40,730' в.д.:

1. Тело свалки с рудеральными растениями.

2. Экотон. Прилегающая кустарничковая замусоренная тундра. Общее проективное покрытие 90%, ветошь 10%.

3. Бугристая кустарничковая тундра. *Fruticetosum*. Морозобойные ямы есть, редко. Общее проективное покрытие 100%, в т.ч. сосудистых растений 90%.

XX. Окрестности пос. Тазовский, близ микрорайона «Нефтебаза». 67°29,358' с.ш., 78°44,469' в.д.

1. Легкий уклон на юг Суглинок. Кустарничково-лишайниковая тундра. Живой напочвенный покров очень низкий, в среднем < 5 см. Общее проективное покрытие 70%, сосудистых растений 50%, голый грунт – 20%.

2. Экотон. Кустарничковая тундра. Общее проективное покрытие 90%, сосудистых растений 75%.

3. Ивово-ерниковая осоковая тундра. Общее проективное покрытие 95%, сосудистых растений 90%.

XXI. Долина р. Вэсока-Яха в 7 км к югу от пос. Тазовский. 67°19,209' с.ш., 78°48,665' в.д.:

1. Ивняк вейниковый на прирусловой гриве. Ива шерстистопобеговая 8, Ива корзиночная 1, Ольховник 1. Сомкнутость крон 0,9. Средняя h 4,5 м.

2. Луговина. Видимо, раньше была дорога. Сейчас проходит тропа. Общее проективное покрытие 100%. Доминирует вейник пурпуровый.

3. Ольховник.

XXII. Левобережье р. Таз близ пос. Тазовский. 67°29,753' с.ш., 78°42,272' в.д.:

1. Прибрежный песчаный «пляж» с пионерной растительностью. Общее проективное покрытие 30%, в том числе всходы и подрост ив 28%.

2. Низкая пойма. Доминируют манник, осока водяная. Вода местами выходит на дневную поверхность. Общее проективное покрытие 45%.

3. Высокая пойма. Доминируют лютик ползучий, хвощ приречный, осока водяная. Общее проективное покрытие 50%.

4. Крутой склон северо-западной экспозиции, уклон 45°. Доминируют белозор болотный, овсяница овечья. Общее проективное покрытие 60%. Слабый уклон на юго-запад. Почти плакор, самый верх берега. Овсяницево (овечья) – Арктоусовое сообщество с разнотравьем. Общее проективное покрытие 95%.

XXIII. Сибирские Увалы, самый верх. Абсолютная отметка 115 м. 63°45,205' с.ш., 74°36,088' в.д.:

1. Сосняк чернично-лишайниковый. С 10. Средняя h 15 м. Сомкнутость 0,5. Общее проективное покрытие 100%.

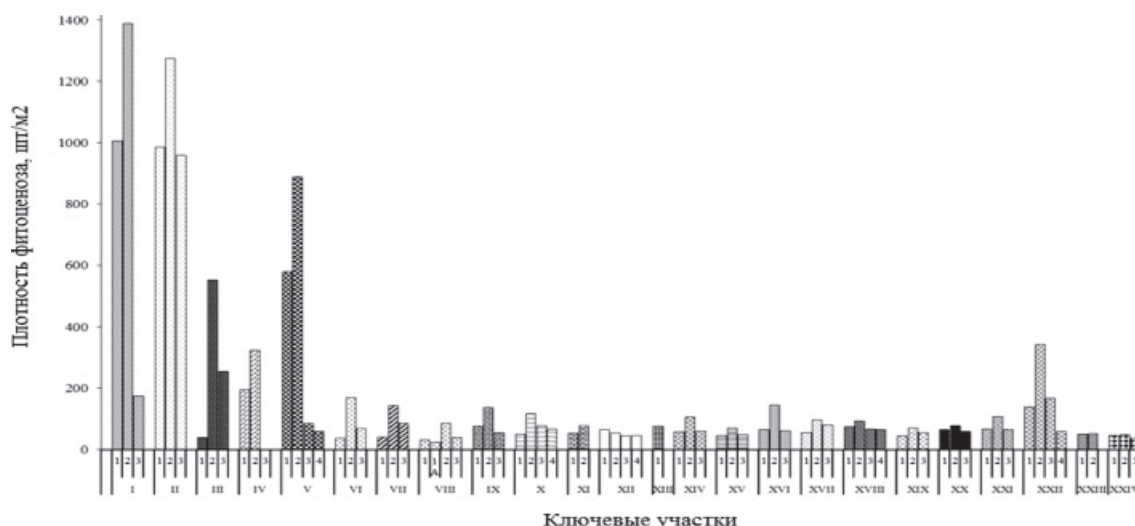
2. Запесоченный сосняк, злаково-псаммофитный. Общее проективное покрытие < 10%. Сомкнутость крон 0,4.

XXIV. 35 км к 3 от г. Сургут. Пойма р. Оби, старицы. «Пляжа» нет. Заливной луг начинается от уреза воды. 61°09,491' с.ш., 72°50,369' в.д.:

1. Разнотравно-осоково-канареечниковый луг. Общее проективное покрытие 100%. Высота травостоя 120 см. 2. Заливной луг более высокого уровня. Экотон. Разнотравно-канареечниковый луг. Общее проективное покрытие 100%.

3. Березняк, прилегающий к описанию 2, на еще более высоком местоположении. Формула древостоя 10Б + Ос ед. Ср. h 10 м, Ср. D 9 см. Сомкнутость крон 0,6. Общее проективное покрытие 60%. Бывший горельник.

Плотность фитоценоза сосудистых растений на всех изученных ключевых участках имеет наибольшие значения в экотональных экосистемах (на экотонах) (рисунки).



Плотность фитоценоза на ключевых участках

На экотонах неожиданно возрастает виталитет (жизненность), проявляющийся как в повышенной вегетативной массе, так и в репродукционном усилии.

Выводы

Биоразнообразие на экотонах выше, чем в природных и рудеральных сообществах. Плотность фитоценозов также имеет максимальное значение на экотонах. Исследовано 24 ключевых участка. Всего было идентифицировано 169 видов сосудистых растений из 32 семейств. Преобладающими по числу видов оказались семейства: Осоковые (33 вида и гибрида), Злаковые (22 вида), Вересковые (14 видов), Ивовые (14 видов и гибридов), Березовые (13 видов), Астровые (9 видов). На экотонах всего выявлено 116 видов сосудистых растений. Следующие виды встречаются только на экотонах: *Hippuris L. lanceolata* Retz; *Tephrosieris palustris* (L.) Reichenb; *Matricaria hookeri*; *Glyceria tziflora* (Korsh.) Kom; *Agrostis gigantea* Roth; *Parnassia palustris* L.; *Luzula nivalis*; *Pedicularis resupinata* L.; *Lycopodium lagopus* (Laest.) Zinserl. ex Kuzen; *Lycopodium dubium* Zoega; *Viola L. villaquensis* Benz; *Thalictrum* (juv); *Rumex lapponicus* (Hiit.) Czernov; *Tripolium elegans*; *Euphrasia parviflora* Schagerstr; *Epilobium sp. juv*; *Sparganium erectum* L. (veg.); *S. hyperboreum* Laest; *Galium ruprechtii*; *Epilobium palustre* L.; *Carex sp.* (veg); *C. acuta* L. *aquatilis* Wahlenb; *C. aquatilis subsp. stans*; *C. canescens* L.; *C. acuta* L.; *C. rhynchophysa* C. A. Mey. *rostrata* Stokes; *C. lasiocarpa* Ehrh; *C. lapponica*; *B. kusmiczevii*; *B. bottnica* Mela; *Eriophorum vaginatum* L.; *Eriophorum callitriche*; *Eriophorum scheuchzeri*. Эти виды можно признать экотонофилами. Вовсе на экотоны не заходят 53 вида. Это явные экотонофобы.

Список литературы

1. Ильминских Н.Г., Попова Е.И. Состав, динамика и прогнозирование состояния биоразнообразия на экотонах разной иерархии и генезиса в Западно-Сибирской Арктике и Субарктике // Окружающая среда и Менеджмент природных ресурсов: Тезисы докл. III Междунар. конф. (Тюмень, 6–8 ноября 2012 г.) – Тюмень, 2012. – С. 94–95.
2. Ильминских Н.Г. Полевая парадигма концепции экотона // Тобольск научный-2012: Материалы IX Всероссийской (с Международным участием) научн.-практ. конф. (Тобольск, Россия, 9–10 ноября 2012 г.) – Тюмень 2012. – С. 93–96.
3. Ильминских Н.Г., Попова Е.И., Козлов С.А. Некоторые биотические и абиотические параметры антропогенных экотон в Западно-Сибирской Арктике и Субарктике // В мире научных открытий. Серия «Проблемы науки и образования». – 2013. – № 3 (39). – С. 257–271.
4. Ильминских Н.Г., Козлов С.А., Попова Е.И. Некоторые характеристики экотон «авторога-гундра» в Ямало-Ненецком АО (Западная Сибирь) // Агропродовольственная политика России. – 2013. – № 1. – С. 15–19.
5. Неронов В.В. Развитие концепции экотон и их роль в сохранении биологического разнообразия // Успехи современной биологии. – 2001. – Т. 121. – № 4. – С. 323–336.

References

1. Il'minskikh N.G., Popova E.I. *Okruzhayushaya sreda i Menedzhment prirodnykh resursov: Tezisy dokladov III Mezhdunarodnoj konferentsii. (Environment and Management of Natural Resources: Proceedings of the III International Conference)*. Tyumen, 2012, pp. 94–95.
2. Il'minskikh N.G. *Tobol'sk nauchnyj-2012: Materialy IX Vserossijskoj (s Mezhdunarodnym uchastiem) nauchno-prakticheskaya konferentsiya (Tobolsk nauchnyj-2012: Proceedings of the IX All-Russian (with international participation) Scientific Conference)*. Tobol'sk, 2012, pp. 93–96.
3. Il'minskikh N.G., Popova E.I., Kozlov S.A. *V mire nauchnykh otkrytij. Seriya «Problemy nauki i obrazovaniya*, 2013, no. 3 (39), pp. 257–271.
4. Il'minskikh N.G., Kozlov S.A., Popova E.I. *Agroprodovol'stvennaya politika Rossii*, № 1, pp. 15–19.
5. Neronov V.V. *Razvitie kontseptsii ehkotonov i ikh rol' v sokhranении biologicheskogo raznoobraziya – Uspekhi sovremennoj biologii*, 2001, no. 4, pp. 323–336.

Рецензенты:

Харитонцев Б.С., д.б.н., профессор кафедры биологии и МПБ, филиал, ФГБОУ ВПО ТюмГУ, г. Тобольск;

Тестов Б.В., д.б.н., профессор, зав. лабораторией радиоэкологии ТКНС УрО РАН, г. Тобольск.

Работа поступила в редакцию 21.10.2014.