

ПОСТФЛЮВИАЛЬНЫЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ДОЛИНЕ Р. АЛАЗЕИ (КОЛЫМСКАЯ НИЗМЕННОСТЬ)

Ефимова А.П.

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск, Республика Саха (Якутия), Россия (677980, Якутск, Проспект Ленина, 41); Якутская государственная сельскохозяйственная академия, Якутск, Республика Саха (Якутия), Россия (677007, г. Якутск, ул. Красильникова, 15а), e-mail: aitalina_ef@mail.ru

В статье приведены результаты флористико-геоботанических исследований с целью оценки деградации растительного покрова долины р. Алазеи (Колымская низменность) в результате катастрофических наводнений. Продолжительные затопления вызвали гибель или значительные изменения состава ивняков из *Salix pulchra* и лиственничников из *Larix cajanderi*. В фитоценозах регистрируются существенные изменения флористического состава и обилия видов, ухудшение виталитета и массовая гибель основных доминантов напочвенного покрова. Трансформация экономорфного состава сообществ выражается в появлении и увеличении обилия гигрофильных, мезогигрофильных прибрежно-водных, полусорных, болотных видов. Изучение изменчивости видового состава выявило наименьшую сопротивляемость к наводнениям у высокопойменных ивняков из *S. pulchra*. Наибольшая устойчивость к наводнениям выявлена у низкопойменных ивняков из *S. udensis*. Масштабная гибель лиственничных лесов, имеющих важнейшее мерзлотозащитное, водоохранное значение, может вызвать необратимые термокарстовые изменения ландшафтов и увеличение надмерзлотного стока, что в будущем может обусловить новые катастрофические наводнения. При сохранении тенденции дальнейшего увеличения среднегодовых температур и повышения количества среднегодовых осадков подобные ситуации могут возникнуть в долинах других рек бассейна Восточно-Сибирского моря.

Ключевые слова: Алазея, Якутия, катастрофические наводнения, постфлювиальная динамика, трансформации, *Salix udensis*, *S. pulchra*, *Larix cajanderi*.

POST-FLUVIAL TRANSFORMATIONS OF THE ALAZEYA RIVER VALLEY (KOLYMA LOWLAND) FOREST VEGETATION

Efimova A.P.

The Institute of Biological Problems of Cryolithozone of SD RAS, Yakutsk, Sakha Republic, Russia (677980, Yakutsk, Lenin ave., 41); Yakutian Agricultural State Academy, Yakutsk, Sakha Republic, Russia (677007, Yakutsk, Krasil'nikova street, 15a), e-mail: aitalina_ef@mail.ru

Results of floristical-geobotanical researches for the purpose of estimation of vegetable cover degradation of the Alazeya River (Kolyma Lowland) valley as a result of long-term catastrophic floods are given in article. Long-term floodings caused death or changes of structure of osier-beds from *Salix pulchra* and larch forests from *Larix cajanderi*. In phytocenoses considerable changes of floristic structure and abundance of species, deterioration of vitality and a mass death of main dominants of a herb-dwarf shrub and moss-lichen layers are registered. Transformation of ecological structure of communities is expressed in appearance and increases in abundance of hygrophilous, mesohygrophilous coastal, semi-water, semi-weed and marshal species. Studying of floristic composition variability revealed the smallest resistance to floods at high-inundated osier-beds from *S. pulchra*. The greatest resistance to floods is revealed at low-inundated osier-beds from *S. udensis*. Because of large-scale death of larch forests having the great permafrost saving, water preserving importance in this area there will be irreversible thermokarst changes of landscapes, the over-permafrost drain will be increased that in the future can cause new catastrophic floods. At retention of a tendency of further increases in average annual temperatures and of quantity of average annual atmospheric precipitation similar situations can arise in valleys of other rivers of the East Siberian Sea basin.

Keywords: Alazeya, Yakutia, catastrophic floods, post-fluvial dynamics, transformations, *Salix udensis*, *S. pulchra*, *Larix cajanderi*.

Цель исследования – оценка трансформации состава и структуры лесной растительности долины р. Алазеи (Колымская низменность) в результате катастрофических наводнений.

Материал и методы исследования

В 2008 году в долине р. Алазеи произошли катастрофические наводнения, нанесшие серьезный урон природным комплексам и сельскому хозяйству.

Бассейн р. Алазеи расположен в пределах Колымской низменности, представленной озёрно-аласной равниной с однообразной поверхностью, покрытой четвертичными отложениями. Климат района резкоконтинентальный, с низкими зимними (среднемесячная температура января $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, абсолютный минимум $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$) и высокими летними температурами (среднемесячная температура июля $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$, абсолютный максимум $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$), малой облачностью, незначительным количеством среднегодовых осадков (150 мм) [2]. Питание р. Алазеи осуществляется за счет поверхностных вод, таяния мерзлоты, погребенных льдов и стока с озер. В мае-июне происходят весенние половодья, в конце июня, июле – паводки за счет оттаивания озер и мерзлоты.

По геоботаническому районированию среднее течение р. Алазеи находится в Абыйско-Колымском округе Северо-Восточной северотаежной подпровинции [7]. Здесь господствуют северотаежные редкостойные лиственничные леса из лиственницы Каяндера (*Larix cajanderi* Mayr), перемежающиеся кустарниковыми ивняками из ивы красивой (*Salix pulchra* Cham.), различными мезофитными и переувлажненными лугами, сфагновыми болотами и ерниками из березы карликовой (*Betula nana* L.).

Полевые работы проведены в долине среднего течения р. Алазеи маршрутным обследованием на ключевых точках – геоботанических выделах, отобранных по результатам спектрального анализа космических снимков, и на выбранных модельных сообществах по продольной и поперечной (пойма-вторая надпойменная терраса) трансектах. Флористико-геоботанические исследования, изучение сукцессий, изменчивости и устойчивости сообществ проведены в соответствии с традиционными и новейшими методами [1, 5, 6, 9, 10]. Латинские названия высших сосудистых видов приводятся по «Конспекту флоры Якутии» [4], мохообразных – по сводке «Разнообразие растительного мира Якутии» [8].

Результаты исследования и их обсуждение

Комплексными исследованиями гидрологов, мерзлотоведов в 2008–2009 гг. установлено, что основными причинами катастрофических наводнений явились спонтанные естественные спуски озерных вод в долину из-за переполнений акваторий озер, вызванных увеличением атмосферных осадков за последние годы, а также повсеместным таянием много лет немерзлых грунтов вследствие повышения среднегодовых температур воздуха (рис. 1) [2].

Флористико-геоботанические исследования показали, что в долине среднего течения р. Алазеи продолжительные затопления вызвали гибель и/или значительные изменения состава кустарниковых и лесных сообществ первой надпойменной террасы в полосе протяженностью до нескольких километров. Самому длительному воздействию паводковых

вод подверглись ивняки из ивы красивой, представленные одним первичным типом – лангсдорфовойниково-зеленомошным. На обширных слабовогнутых пространствах наблюдается почти полная гибель сообществ этого типа. Вторичные по происхождению бруснично-багульниково-зеленомошные типы, сменившие лиственничники после различных нарушений, выжили благодаря своей локализации на мезоповышениях. Второе положение в этом ряду занимают лиственничные леса и редколесья, являющиеся преобладающей формацией долины и водораздельных пространств бассейна р. Алазеи. Наиболее пострадали красивоивово-лангсдорфовойниковые лиственничники, произрастающие на прибрежных урехах – эти леса практически полностью погибли. Красивоивовые багульниково-лишайниково-зеленомошные лиственничные леса и редколесья были затоплены существенно меньше и выжили. Наименьший урон понесли низкопойменные сообщества из ивы удской (*Salix udensis* Trautv. et C.A. Mey.), произрастающие узкими (не более 3–5 м шир.) ленточными насаждениями вдоль берега р. Алазеи.

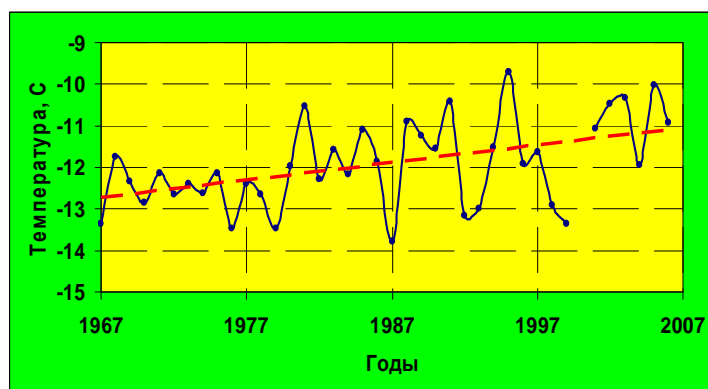


Рис. 1. Динамика среднегодовых температур и общий тренд потепления за 1967–2007 гг. (станция Среднеколымск) (по: Готовцеву С.П., 2011)

В сообществах в целом регистрируются падение сомкнутости древостоя или верхнего кустарникового полога, снижение биологической продуктивности и резкое ухудшение виталитета растений. В лиственничниках, ивняках из *Salix pulchra* часто наблюдается массовая гибель (до 90–100 %) основных эдификаторов напочвенного покрова лесов и ивняков – *Vaccinium uliginosum* L., *Ledum palustre* L., *Empetrum nigrum* L., *Vaccinium vitis-idaea* L., зеленых мхов и лишайников.

Постфлювиальные изменения экономорфного состава наиболее пострадавших ивняков из ивы красивой и лиственничников выражаются в появлении, увеличении обилия гигрофильных, мезогигрофильных прибрежно-водных, влажнолуговых, болотных видов. В обеих формациях регистрируются *Rorippa palustris* (L.) Bess., *Tephroses palustris* (L.) Reichenb., *Stellaria crassifolia* Ehrh., *Ranunculus gmelinii* DC., *Epilobium palustre* L., *Hippuris vulgaris* L., *Comarum palustre* L., являющиеся первично- или вторичносукцессионными

видами, обычными в прибрежье рек, озер, на травяных болотах, и мхи. Необходимо также отметить инвазию пионерных листостебельных и печеночных мхов. В ивняках оказались наиболее активны *Marchantia polymorpha* L., *Funaria hygrometrica* Hedw., в лиственничниках – *Marchantia polymorpha* и *Leptobryum pyriforme* (Hedw.) Wilson. (рис. 1, 2).

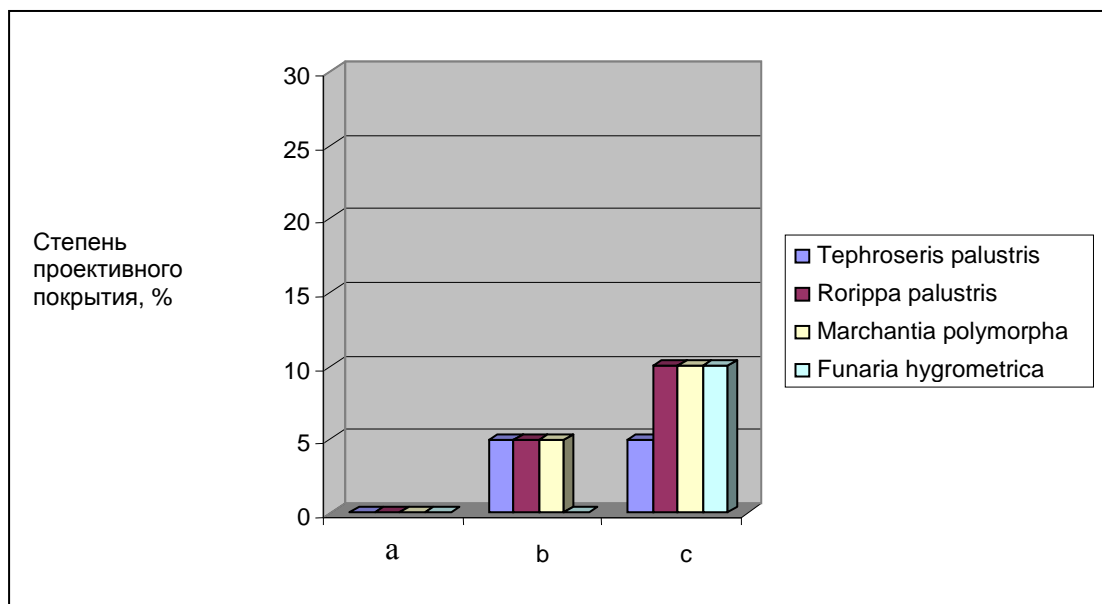


Рис. 1. Сравнительная диаграмма обилия мезогигрофильных видов в ивняках из *Salix pulchra* в долине среднего течения р. Алазеи

Примечание: а – не затоплявшиеся ивняки, б – ивняки, затоплявшиеся на короткое время, с – ивняки, затоплявшиеся на продолжительное время

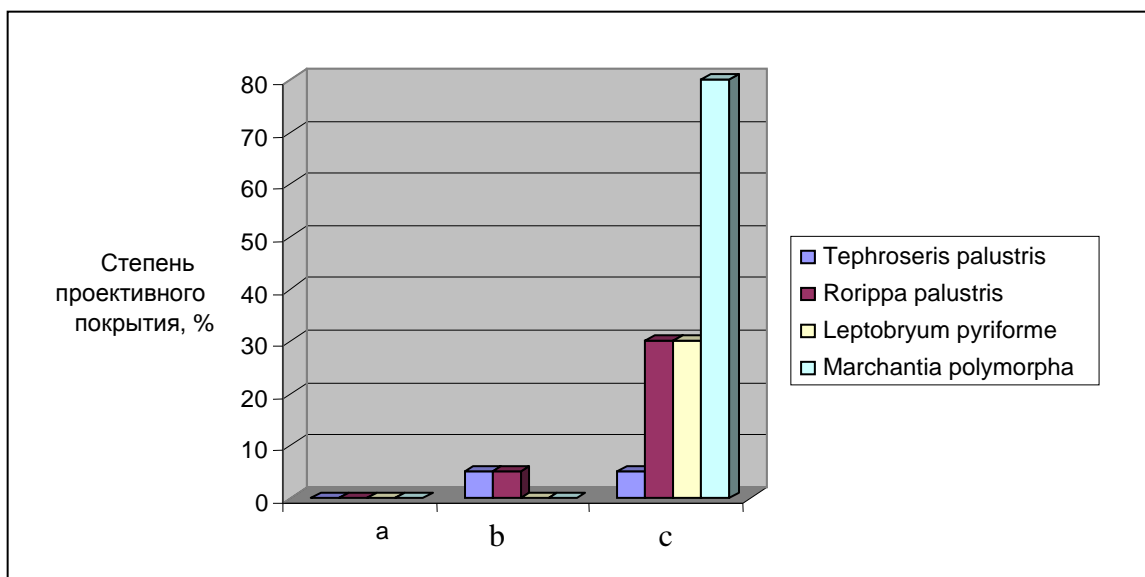


Рис. 2. Сравнительная диаграмма обилия мезогигрофильных видов в лиственничных лесах долины среднего течения р. Алазеи

Примечание: а – незатопляемые лиственничники высоких надпойменных террас, б – багульниково-брусничные лишайниково-зеленомошные лиственничники, затопленные на короткое время, с – красивоивовые лангсдорфовойниковые лиственничники, затопленные на длительное время

Анализ изменчивости сообществ в ответ на воздействие продолжительных затоплений и их устойчивости по методу А.А. Титляновой [10] показал, что после цикла наводнений наибольшая изменчивость наблюдается в ивняках из *Salix pulchra* (рис. 3). Это объясняется эколого-биологическими свойствами основного эдификатора этих ценозов – ивы красивой, являющейся аллювиофобным видом, неспособным выдерживать длительную поёмность и аллювиальность. Кроме того, нижние почвенные ярусы этих сообществ также менее толерантны к длительному нахождению под водой и понижению аэрации почвы. Больше всех пострадали такие типично сивлатные виды травяно-кустарничкового покрова, как *Ledum palustre*, *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis-idaea*, а также мхи *Aulacomnium turgidum* (Wahlenb.) Schwägr., *A. palustris* (Hedw.) Schwägr., виды рода *Polytrichastrum*. В этих сообществах зарегистрировано наибольшее среднее количество чужеродных и погибших видов. Заиление вместе с фактически полным уничтожением травостоя вызвал сингенез различных прибрежно-водных, болотных первично- и вторичносукцессионных видов. Эти факты указывают на то, что сообщества из *Salix pulchra* имеют наименьшую сопротивляемость к наводнениям.

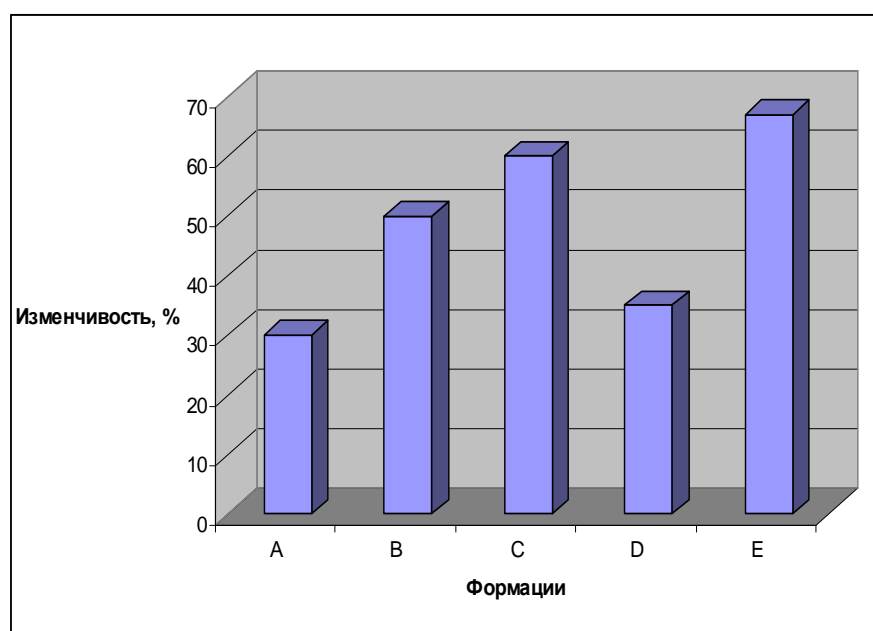


Рис. 3. Изменчивость видового состава растительных формаций в долине среднего течения р. Алазеи в результате воздействия продолжительных затоплений

Примечания: А – ивняки из *Salix udensis*, В – лангсдорфовойниковые луга, С – ивняки из *S. pulchra*, D – лиственничники, Е – арктофиловые луга

Нами также изучена устойчивость растительных сообществ к наводнениям. При этом устойчивость экосистемы анализировалась как мера сопротивляемости видового состава сообщества в ответ на внешний стрессирующий фактор [10]. Исследования показали, что наименее устойчивы к продолжительным наводнениям красивоивовые ценозы (рис. 4), что

также объясняется аллювиофобными свойствами *Salix pulchra*. Напочвенный покров этих сообществ также не выдержал длительного затопления – массово погибли практически все лесные виды: *Ledum palustre*, *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis-idaea*, а также мхи *Aulacomnium turgidum* (Wahlenb.) Schwägr., *A. palustris* (Hedw.) Schwägr., виды рода *Polytrichastrum*.

Наибольшую устойчивость к наводнениям показали низкопойменные ивняки, основной эдификатор которых – аллювиофильная *S. udensis* биологически приспособлена к продолжительным затоплениям и аллювионакоплению. Все виды подчиненных ярусов этих сообществ – гигрофильной, мезогигрофильной природы, с длинными ползучими, нередко с дыхательными функциями корневищами, перемещающими узлы кущения вверх по мере накопления аллювия, что позволило выдержать катастрофические наводнения.

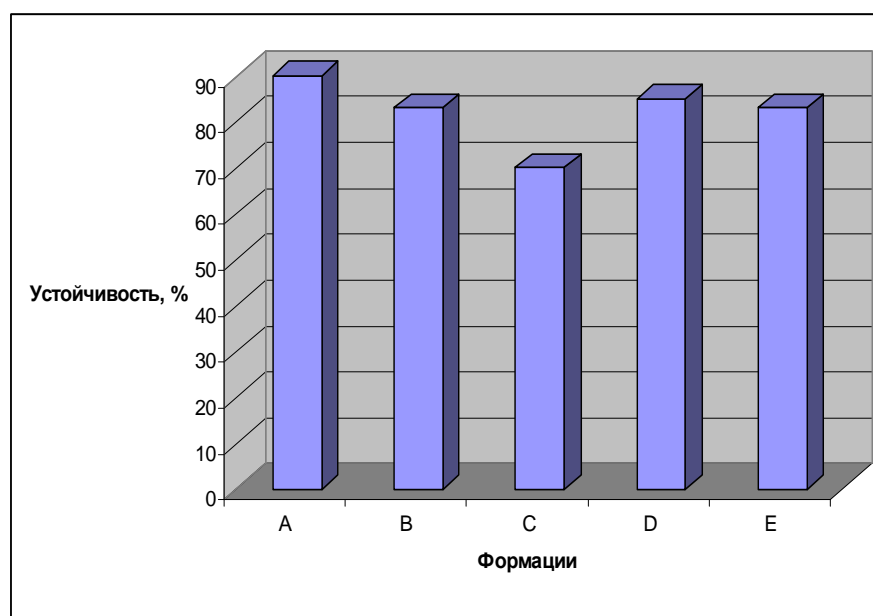


Рис. 4. Устойчивость видового состава растительных формаций в долине среднего течения р. Алазеи к воздействию продолжительных затоплений

Примечания: А – ивняки из *Salix udensis*, В – лангсдорфовойниковые луга, С – ивняки из *S. pulchra*, D – лиственничники, E – арктофиловы луга

Довольно высокая устойчивость наблюдается у выживших лиственничников первой надпойменной террасы, что объясняется тем, что эти леса были затоплены на сравнительно короткое время. Несмотря на то, что во многих случаях наблюдается частичная гибель видов нижних ярусов, флористический состав в целом оказался сравнительно устойчив благодаря относительно высокому видовому богатству лиственничников – в среднем 20 видов, что в 2-3 раза выше, чем в других формациях. Здесь немалую роль сыграл тот факт, что в этих коренных лесах практически все виды нижних ярусов представлены многолетниками с одревесневающими побегами, ползучими корневищами, столонами, способными к вегетативному отращиванию. Выживанию растений также способствовал криогенный

нанорельеф, свойственный мерзлотным лиственничным лесам, обусловивший быстрый спуск воды и позволивший многим особям сохраниться на наноповышениях.

Выводы

Таким образом, многолетние затопления, обусловленные потеплением климата и увеличением атмосферных осадков, существенно трансформировали экологическую обстановку долины среднего течения р. Алазеи. Гидротермические режимы почвогрунтов изменились в сторону гумидности, что обусловило ощутимые девиации видового состава и структуры лесных сообществ. Наибольшую устойчивость к длительным наводнениям демонстрировали ивняки из *Salix udensis* и надпойменные лиственничники, наименьшую – ивняки из *S. pulchra*.

Дальнейшая динамика растительности после наводнений будет во многом зависеть от присутствия семенных деревьев и наличия под почвой повторно-жильных льдов. На участках, где семенные деревья частично сохранены, а термокарстовые процессы не разовьются, через ряд промежуточных стадий лиственничные леса, редколесья могут восстановиться. На территориях, где на больших площадях семенные деревья практически не сохранились, начало демуляции лиственничных насаждений затянется на длительный срок. На местах с низкочувствительной мерзлотой произойдет незначительная площадная просадка грунтов с последующим переувлажнением почвы, в этой ситуации площади могут перейти в длительно функционирующие ерниковые заросли. Наиболее негативный сценарий возможен при залегании под мёртвыми лесами повторно-жильных льдов – в этих случаях неизбежно произойдут провалы грунтов, что обусловит формирование термокарстовых озёр и болот. При таком сценарии лесные площади будут потеряны. Кроме того, массово погибшие на корню древостои будут детерминировать лесные пожары, что усугубит необратимые термокарстовые изменения ландшафтов и увеличит обезлесение долины. В целом из-за масштабной потери лесов, имеющих важнейшее мерзлотозащитное, водоохранное значение, в исследованном районе ожидается значительное увеличение надмерзлотного стока, что в будущем заметно повысит общий водный баланс р. Алазеи и может вызвать новый цикл наводнений. При сохранении тенденции дальнейшего увеличения среднегодовых температур и повышения количества среднегодовых осадков подобные ситуации могут возникнуть в долинах других рек бассейна Восточно-Сибирского моря.

Список литературы

1. Александрова В.Д. Динамика растительного покрова // Полевая геоботаника / ред. Лавренко Е.М., Корчагин А.А. – Т.III. – М.; Л.: Наука, 1964. – С.300-447.

2. Атлас сельского хозяйства Якутской АССР. – М.: ГУГК, 1989. – 115 с.
3. Готовцев С.П. Последствия глобального потепления климата на арктическом севере Якутии // Проблемы инженерного мерзлотоведения: матер. IX Межд. симп. (Мирный, 3–7 – сент. 2011 г.). – Якутск: Изд-во ИМ СО РАН. – С. 394-397.
4. Конспект флоры Якутии: Сосудистые растения / сост. Л.В. Кузнецова, В.И. Захарова. – Новосибирск: Наука, 2012. – 272 с.
5. Миркин Б.М. Закономерности развития растительности речных пойм. – М.: Наука, 1974. – 176 с.
6. Нешатаев Ю.Н. Методы анализа геоботанических материалов: уч. пособие. – Л., 1987. – 192 с.
7. Основные особенности растительного покрова Якутской АССР / Андреев В.Н., Галактионова Т.Ф., Перфильева В.И., Щербаков И.П. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1987. – 156 с.
8. Разнообразие растительного мира Якутии / В.И. Захарова и др.; отв. ред. Н.С. Данилова. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. – 328 с.
9. Сукачев В.Н., Зонн С.В. Методические указания к изучению типов леса. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 144 с.
10. Титлянова А.А. Устойчивость травяных экосистем // Сибирский экологический журнал. – 2009. – № 2. – С. 237-244.

Рецензенты:

Исаев А.П., д.б.н., заведующий кафедрой ботаники и мерзлотного лесоведения Института естественных наук ФГАОУ ВПО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова», г. Якутск;

Черосов М.М., д.б.н., заведующий кафедрой экологии Института естественных наук Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова, г. Якутск.