

control in tree-ring dating and measurement .
Tree-Ring Bulletin. 1983. V. 43. pp. 69–78.
14. Rinn F. TSAP Time Series Analysis and

Presentation. Version 3.0. Reference Manual.
Heidelberg. 1996. P. 262.

УДК 630.114+504.05

Е. А. Жарикова

ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПОЧВ ПОЙМЕННЫХ ЛЕСОВ СЕВЕРНОГО САХАЛИНА

Ключевые слова: лиственничники, аллювиальные почвы, физико-химические и гидрофизические показатели, тяжелые металлы.

Спелые пойменные лиственничные леса являются одними из самых продуктивных на Сахалине. Они приурочены к современным долинам рек и формируются на различных аллювиальных почвах флювиальных отложений. Аллювиальные гумусовые типичные почвы занимают относительно повышенные элементы поймы (береговые валы) и испытывают лишь кратковременное периодическое затопление. Аллювиальные гумусовые глееватые почвы формируются в частях пойм, наиболее часто подвергающихся затоплению. Аллювиальные слоистые типичные и аллювиальные слоистые глееватые почвы занимают узкую часть вдоль меандрирующих русел, иногда отдельные массивы расположены между раздваивающимися руслами. Лесорастительные свойства аллювиальных почв по агрохимическим показателям невысоки, реакция почвенного раствора сильноокислая, сумма поглощенных катионов, степень насыщенности основаниями и содержание подвижного фосфора низкие. Содержание подвижного калия в гумусовых слоях повышенное и высокое. Все почвы имеют легкий гранулометрический состав, преобладает фракция мелкого песка. Почвы рыхлые, высокие значения порозности обеспечивают интенсивное передвижение и сброс излишков влаги. Гидрофизические параметры почв оцениваются, как отличные, они способствуют установлению оптимального водного режима для растительности. Содержание валовых форм тяжелых металлов низкое, аккумулятивный ряд распределения содержания тяжелых металлов в рассматриваемых аллювиальных почвах $Zn > As > Pb > Cu > Ba > Hg = Cd$ отличается от такового в почвах мира $Ba > Zn > Cu > Pb > As > Cd > Hg$ и большинстве почв Северного Сахалина $Ba > Zn > Pb > As > Cu > Cd > Hg$. Экологическое значение почв состоит в сохранении биоразнообразия, поддержании биопродуктивности и обеспечении стабильного функционирования экосистем пойменных лесов.

E. Zharikova

FOREST SITE CAPACITY AND ENVIRONMENTAL VALUE OF THE SOIL IN NORTHERN SAKHALIN

Keywords: larch forests, alluvial soils, the physicochemical and hydrophysical parameters, trace elements.

The ripe floodplain larch forests are one of the most productive on Sakhalin. They are confined to modern river valleys and are formed on different alluvial soils of fluvial sediments. Alluvial humic typical soils occupy relatively elevated elements of the floodplain (coastal shafts) and experience only a short-term annual flooding. Alluvial humic clay soils are formed in parts of the floodplains which are most often exposed to flooding. Alluvial layered typical and alluvial layered gley soils occupy a narrow part along meandering beds and separate massifs between bifurcating beds sometimes. All soils have low forest cultural characteristics, the soil reaction is strongly acid, the sum of exchangeable bases, values of base saturation and the content of available phosphorus are low. The content of mobile potassium in humus layers is increased and high. All soils have a

light particle size, the fraction of fine sand prevails. The soils are loose, high porosity values provide intensive movement and discharge of excess moisture. The hydrophysical parameters are excellent and create an optimal water regime for vegetation. Concentrations of HM in these soils is low. Accumulative series of total contents of HM in studied alluvial soils $Zn > As > Pb > Cu > Ba > Hg = Cd$ differ from the global pattern of TEs $Ba > Zn > Cu > Pb > As > Cd > Hg$ and Northern Sakhalin most soils $Ba > Zn > Pb > As > Cu > Cd > Hg$. Environmental importance of soils is to preserve biodiversity, maintain the bio-productivity and ensuring the stable functioning of terrestrial ecosystems.

Жарикова Елена Анатольевна, кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник сектора почвоведения и экологии почв ФГБУН «Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН», 690022, г. Владивосток, проспект 100-летия Владивостока, 159; e-mail: ejarikova@mail.ru

Elena A. Zharikova, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Senior Researcher of the Soil Science and Soil Ecology Sector, Federal Research Center for the Biodiversity of East Asia Terrestrial Biota for Far East Branch of the Russian Academy of Sciences; 159, prospect 100-letiya Vladivostoka, Vladivostok, 690022, Russia; e-mail: ejarikova@mail.ru

Введение. Спелые пойменные лиственничные леса являются самыми продуктивными из лиственничников, занимающих около 24% лесопокрытой площади Сахалина. Запасы древостоя в них могут достигать 200 и более м³/га, хотя они мало- или среднеполнотны, а бонитет обычно не превышает V-Va [2, 12]. Древостои редкостойны, иногда двухъярусны. В состав древостоя могут входить ель (*Picea ajanensis*), пихта (*Abies sachalinensis*), берёза (*Betula platyphylla*) и ольха (*Alnus hirsuta*). В хорошо развитом кустарниковом ярусе преобладают спирея иволистная (*Spiraea asalicifolia*), жимолость голубая (*Lonicera caerulea*). Максимальное видовое разнообразие наблюдается в вейниковых лиственничниках, при этом в травяном ярусе доминирует вейник Лангдорфа (*Calamagrostis langsdorffii*).

Поскольку данные леса формируются во влажных местах обитания, они менее всего подвержены воздействию огня и наиболее богаты в видовом отношении, в них часто присутствуют виды, встречающиеся обычно в более южных широтах [11]. Защищая реки от паводков, берега от размыва, обеспечивая процесс нереста лососевых рыб, пойменные леса выполняют важную экологическую роль и должны целенаправленно охраняться [8]. Между тем, аллювиальные почвы,

на которых они произрастают, до сих пор не нашли отражения в характеристике почвенного покрова Северного Сахалина [3, 6, 7, 9].

Цель работы – диагностировать почвы пойменных лесов с позиций субстантивно-генетической классификации почв России [10] и дать характеристику их лесорастительных свойств.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования явились почвы пойменных лиственничников долин рек Вал, Уанга, Аскасай Северо-Сахалинской низменности. Пробы почв отбирались по генетическим горизонтам из полнопрофильных разрезов. Физико-химические и химические свойства почв выполнены общепринятыми в почвоведении методами [1]. Валовое содержание тяжелых металлов (ТМ) проводилось атомно-абсорбционным методом в соответствии с М-МВИ-80-2008.

Результаты исследований. Поскольку пойменные леса приурочены к современным долинам рек, под ними на аллювиальных песках, супесях и суглинках, сформировавшихся преимущественно на переработанных морских отложениях, развиты различные аллювиальные почвы [10] (табл. 1).

Таблица 1– Классификация почв пойменных лесов Северного Сахалина

Отдел	Тип	Подтип	Строение профиля
Ствол синлитогенного почвообразования			
Аллювиальные	аллювиальные гумусовые	типичные	$AU - AB - C^{~}$
		глееватые	$AU - ABg - Cg^{~}$
Ствол первичного почвообразования			
Слаборазвитые	слоисто-аллювиальные гумусовые	типичные	$W - C^{~}$
		глееватые	$W(g) - Cg^{~}$

Аллювиальные гумусовые типичные почвы формируются на относительно повышенных элементах рельефа поймы (береговые валы) и испытывают лишь кратковременное периодическое затопление. Под рыхлой неразложившейся светло-коричневой подстилкой из опада трав залегает гумусовый слой AU мощностью до 10–12 см. Он обычно тёмно-коричневого цвета, часто задернован, содержит много отмерших неразложившихся растительных остатков. Минеральная часть представлена неструктурным сырым уплотненным мелким песком. Горизонт насыщен корнями различного диаметра. Переходный горизонт AB (мощностью до 15 см) обычно представляет собой сырой уплотнённый коричневый мелкозернистый песок, пронизанный густыми корнями. Ниже расположены несколько слоев песка $C^{~}$ различной плотности и влажности, содержащих тонкие живые корни.

Аллювиальные гумусовые глееватые почвы формируются в частях пойм, наиболее часто и длительно подвергающихся затоплению. Имеют сходное с вышеописанным строение профиля, но в нижних горизонтах наблюдаются признаки глееватости в виде обильных голубоватосизых и ржавых пятен.

К современным долинам рек также приурочены молодые слоисто-аллювиальные типичные и слоисто-аллювиальные глееватые почвы, которые занимают узкую часть вдоль меандрирующих русел, иногда отдельные массивы между раздваивающимися руслами. Профиль имеет простое строение: непосредственно на слоистых аллювиальных отложениях с признаками (или без признаков) огле-

ения залегает гумусово-слаборазвитый сырой, бесструктурный слегка уплотнённый горизонт W , мощность которого редко достигает 5 см. Коричневого цвета, состоящий из смеси слаборазложившихся растительных остатков и легкосуглинистого минерального мелкозёма, он насыщен живыми корнями. Глееватость проявляется как сизовато-ржаво-коричневая пятнистость мелко-, среднезернистого бесструктурного мокрого песка $Cg^{~}$, который с глубины около 50 см заливается водой.

Основным показателем, влияющим на лесорастительные свойства почв, является их гранулометрический состав [5]. Гумусовые горизонты аллювиальных почв легкосуглинистые, нижние – супесчаные и связнопесчаные (рис. 1). По всей почвенной толще преобладает фракция мелкого песка. Верхняя часть профиля, судя по величине плотности сложения, очень рыхлая, с глубиной становится рыхлой, плотность твердой фазы поверхностных слоев низка для минеральных горизонтов (2,21–2,31 г/см³) (табл. 2). Общая порозность высока по всему профилю, что и определяет интенсивное передвижение и сброс излишков влаги.

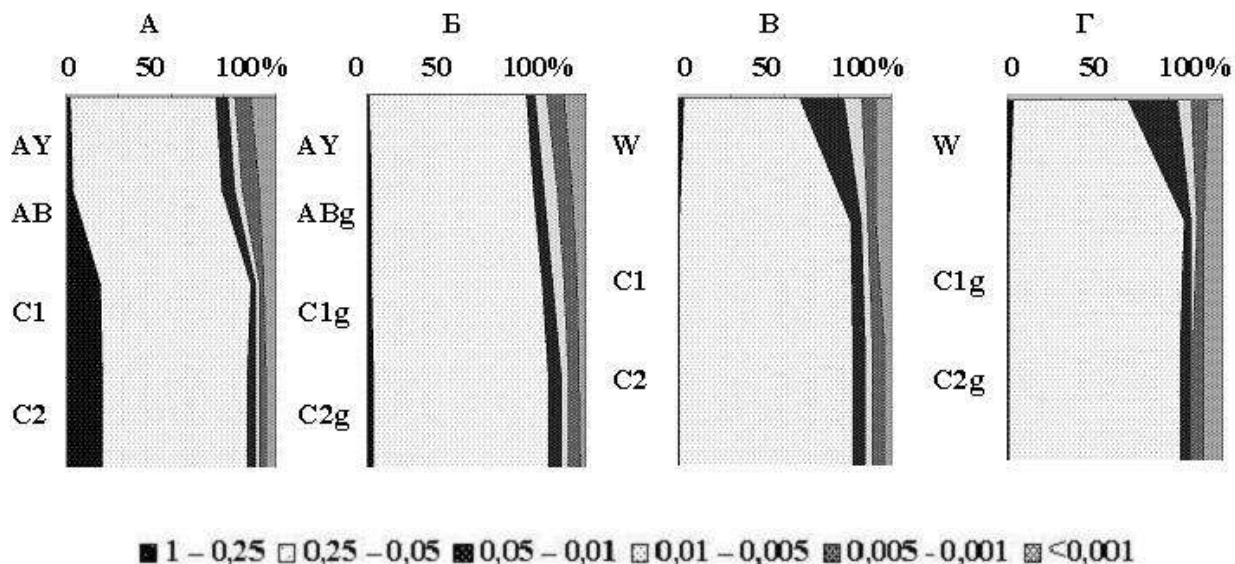


Рисунок 1 – Гранулометрический состав аллювиальных почв: А – аллювиальная гумусовая типичная, Б – аллювиальная гумусовая глееватая, В – слоисто-аллювиальная гумусовая типичная, Г – слоисто-аллювиальная гумусовая глееватая

Реакция почвенного раствора аллювиальных гумусовых почв сильноокислая в гумусовых слоях и очень сильноокислая в нижележащих (табл. 2).

Таблица 2 – Основные свойства аллювиальных почв

Горизонт	Глубина, см	γ г/см ³	$\gamma_{тф}$	П, %	рН		Гумус, %	ГК	Ca ²⁺	Mg ²⁺	V, %	P ₂ O ₅	K ₂ O
					KCl	H ₂ O							
Аллювиальная гумусовая типичная													
AY	0-9	1,10	2,21	50	4,1	5,8	8,26	8,13	6,23	4,23	56	3,0	22,4
AB	9-17	1,25	2,40	48	3,5	5,4	3,81	4,65	3,25	1,13	49	1,6	9,3
C1	17-34	1,35	2,60	48	3,7	5,0	1,35	2,73	1,75	1,36	29	1,1	2,6
C2	34-70	1,41	2,65	47	4,2	5,2	1,05	2,64	1,25	1,16	49	0,9	2,4
Аллювиальная гумусовая глееватая													
AY	0-10	1,12	2,24	50	4,3	5,6	6,39	7,50	3,75	1,56	43	2,1	21,2
ABg	10-30	1,25	2,45	49	3,7	4,9	2,34	4,21	1,51	0,82	36	1,1	5,6
C1g	30-51	1,36	2,60	48	3,6	5,2	1,71	3,08	1,25	0,48	36	0,6	3,8
C2g	51-80	1,42	2,65	46	3,7	5,4	0,43	3,51	1,75	0,46	39	1,1	4,8
Слоисто-аллювиальная гумусовая типичная													
W	0-4	1,10	2,30	52	3,6	4,8	6,34	6,26	3,14	1,47	42	2,2	14,6
C1	4-35	1,25	2,51	50	3,9	5,1	1,14	4,59	2,18	1,03	41	1,3	4,2
C2	35-65	1,40	2,62	46	4,2	5,6	0,92	4,32	1,08	0,54	27	1,5	4,9
Слоисто-аллювиальная гумусовая глееватая													
W	0-5	1,12	2,31	51	3,3	4,8	5,38	5,36	3,48	2,05	51	2,1	13,8
C1g	5-37	1,32	2,55	48	4,0	5,3	0,71	4,92	1,22	0,81	29	2,6	3,8
C2g	37-70	1,46	2,55	43	4,0	5,4	1,10	3,48	0,76	0,48	26	2,1	4,3

Примечание: γ – плотность сложения, $\gamma_{тф}$ – плотность твердой фазы, П – порозность, ГК – гидролитическая кислотность, V – степень насыщенности основаниями

Слоисто-аллювиальные гумусовые почвы характеризуются очень сильно-кислой средой по всему профилю. Почвы хорошо гумусированы, содержание гумуса в поверхностных слоях среднее, с глубиной убывает плавно и в нижних слоях варьирует от 0,43 до 1,1 %. Величина гидролитической кислотности характеризуется, как повышенная в верхнем горизонте, в глубине профиля варьирует от очень низкой до средней (2,64 – 4,59 смоль (экв)/кг). В почвенном поглощающем комплексе повсеместно преобладает кальций, хотя в нижних слоях доля магния может превышать 60%, что характерно для интразональных аллювиальных почв. Сумма поглощенных катионов низкая в поверхностных слоях и очень низкая в остальной части профиля, поэтому степень насыщенности основаниями также невысока, хотя в аллювиальных гумусовых почвах она несколько выше, чем в слоисто-аллювиальных гумусовых, минимальные значения от-

мечаются преимущественно в оглеенных слоях. Содержание подвижного фосфора низкое во всей почвенной толще. Количество подвижного калия колеблется от повышенного и высокого в гумусовых слоях до очень низкого и низкого в глубоких горизонтах. Содержание валовых форм тяжелых металлов в исследуемых почвах низкое, намного ниже существующих ПДК (табл. 3). Регулярное поступление в аллювиальные почвы свежего минерального субстрата (постоянное омолаживание) является причиной различий в аккумулятивном ряду ТМ исследуемых почв Северного Сахалина $Ba > Zn > Pb > As > Cu > Cd > Hg = Cd$, большинства почв Северного Сахалина $Ba > Zn > Pb > As > Cu > Cd > Hg$ [4] и мира $Ba > Zn > Cu > Pb > As > Cd > Hg$ [13]. Отношение среднего содержания тяжелых металлов в почвах пойменных лесов Северного Сахалина к кларкам в литосфере и среднему содержанию в почвах мира [13] указывает на обеднение геохимического фона территории (рис. 2).

Таблица 3 – Содержание ТМ в верхних горизонтах почв (n=8) , мг/кг

Показатель	As	Cd	Hg	Pb	Zn	Cu	Ba
Минимум	0,3	0,01	0,010	0,16	0,65	0,07	0,016
Максимум	1,8	0,21	0,115	0,95	2,34	0,40	0,060
Среднее	1,15	0,089	0,056	0,576	1,519	0,243	0,031
± m	0,244	0,035	0,014	0,092	0,190	0,035	0,005
V, %	60,666	111,126	68,792	45,109	35,397	40,389	43,634
Среднее для территории [4]	2,82	0,11	0,08	4,7	11,1	2,3	124,5
Кларк в почве [13]	6,83	0,41	0,07	27,0	70,0	38,9	460,0
Кларк в литосфере [13]	1,8	0,10	0,07	15	70	55	400

Примечание: ± m – ошибка среднего, V, % – коэффициент вариации

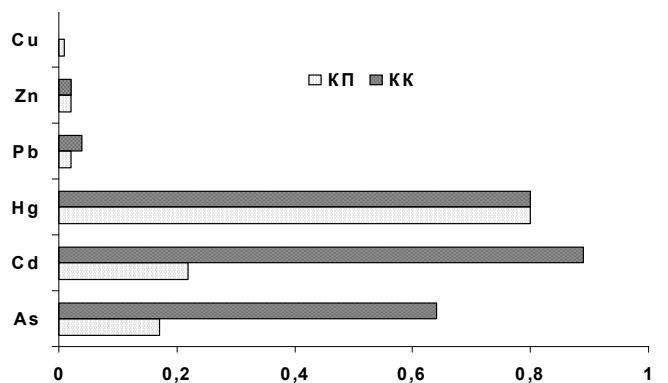


Рисунок 2 – Отношение содержания элементов в верхнем слое нативных почв к кларку в почвах мира (КП) и в литосфере(КК)

Заключение. Пойменные листовничники в долинах рек Северного Сахалина произрастают на аллювиальных гумусовых и слоисто-аллювиальных гумусовых почвах, типичных и глееватых. Лесорастительные свойства данных почв невысоки вследствие малой мощности гумусового горизонта, сильноокислой реакции почвенного раствора по всему профилю, слабой насыщенности основаниями и очень низкого содержания подвижного фосфора. При этом легкий гранулометрический состав и высокая порозность способствуют созданию оптимального для растительности водного режима.

Содержание валовых форм тяжелых металлов низкое, аккумулятивный ряд распределения валового содержания ТМ в рассматриваемых аллювиальных почвах отличается от распределения в почвах мира и большинстве почв Северного Сахалина. Экологическое значение почв пойменных лесов Северного Сахалина состоит в сохранении биоразнообразия, поддержании биопродуктивности (в том числе и продуктивности нерестилищ ценных лососевых рыб) и обеспечении стабильного функционирования экосистем пойменных лесов, в частности в снижении вероятности пожаров. Данные экосистемы нуждаются в постоянном мониторинге природоохранных организаций.

Библиографический список

1. Агрохимические методы исследования почв / под ред. А. В. Соколова. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
2. Геосистемы Дальнего Востока России на рубеже XX–XXI веков. Т. 1. Природные геосистемы и их компоненты / под ред. П. Я. Бакланова. – Владивосток: Дальнаука, 2008. – 428 с.
3. Жарикова Е. А. Особенности почвенного покрова восточного побережья Северо-Сахалинской низменности // Вестник СВНЦ ДВО РАН. – 2013. – № 1. – С. 87–94.
4. Жарикова Е. А. Геохимическая характеристика почв восточного побережья Северо-Сахалинской низменности // Почвоведение. – 2017. – № 1. – С. 40–47.
5. Зайдельман Ф. Р. Генезис и экологические основы мелиорации почв и ландшаф-

тов. – М.: КДУ, 2009. – 720 с.

6. Ивлев А. М. Почвы Сахалина. – М.: Наука. 1965. – 114 с.

7. Ивлев А. М. Особенности генезиса и биогеохимии почв Сахалина. – М.: Недра, 1977. – 143 с.

8. Кордюков А. В. Водоохранная роль лесов бассейнов малых рек Сахалина // Вестник ДВО РАН. – 2014. – № 3. – С. 61–69.

9. Костенков Н. М., Ознобихин В. И., Гулецкий В. П. Классификация и характеристика почв Северо-Сахалинской низменности // Аграрная политика и технология производства сельскохозяйственной продукции в странах Азиатско-Тихоокеанского региона: мат-лы междунар. науч. конф. Т. 2. Земледелие и природообустройство. – Уссурийск: Прим. гос. сельхозакадемия, 2002. – С. 78–84.

10. Полевой определитель почв. – М.: Почв. ин-т им. В. В. Докучаева, 2008. – 182 с.

11. Сабиров Р. Н., Сабирова Н. Д. Послепожарные лесовосстановительные сукцессии на Сахалине // Природные ресурсы и экология Дальневосточного региона: мат-лы междунар. научно-практ. форума. – Хабаровск: Изд. ТГУ, 2013. – С. 175–180.

12. Смирнов А. А., Добрынин А. П. Производительность пойменных лесных сообществ острова Сахалин // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2014. – № 2. – С. 144–149.

13. Kabata-Pendias A. Trace Elements in Soils and Plants. 4-th edition. Boca Raton. CRS Press. 2011. – 548 p.

1. Agrochemical methods of soil research. Moscow. Nauka. 1975. 656 p. [in Russian]

2. Geosystems of the Russian Far East at the turn of XX–XXI centuries. V. 1. Natural geosystems and their components. Vladivostok. *Dal'nauka*. 2008. 428 p. [in Russian]

3. Zharikova E. A. Soil cover peculiarities on the east coast of the North Sakhalin lowland. *Vestnik SVNTs DVO RAN*. 2013. No 1. pp. 87–94 [in Russian]

4. Zharikova E. A. Geochemical Characterization of Soils of the Eastern Coast of the Northern Sakhalin Lowland. *Eurasian Soil Science*. 2017. Vol.50. No1. pp.34–41 [in Russian]

5. Zaydelman F. R. Genesis and ecological bases of soil and landscape reclamation.

- Moscow. KDU. 2009. 720 p. [in Russian]
6. Ivlev A. M. The soils of Sakhalin. Moscow. Nauka. 1965. 114 p. [in Russian]
7. Ivlev A. M. The features of the genesis and biogeochemistry of the Sakhalin soils. Moscow. Nedra. 1977. 143 p. [in Russian]
8. Kordyukov A. V. Water protective role of forests basins of small rivers of Sakhalin. *Vestnik DVO RAN*. 2014. No 3. pp.61–69 [in Russian]
9. Kostenkov N. M. et al. Classification and characteristics of soils of the North–Sakhalin lowland. *Agrarnaya politika i tehnologiya proizvodstva selskohozyaystvennoy produktsii v stranah Aziatsko-Tihookeanskogo regiona. Mater. mezhdunar. nauch. konf. T. 2. Zemledelie i prirodoobustroystvo*. Ussuriysk. 2002. pp.78–84 [in Russian]
10. Field guide of soils of Russia. Moscow. Publishing house of Soil Institute named after V. V. Dokuchayev. 2008. 182 p.
11. Sabirov R. N., Sabirova N. D. Post-fire forest regeneration succession in Sakhalin. *Prirodnyie resursyi i ekologiya Dalnevostochnogo regiona. Mater. mezhdunar. nauchno-prakt. Foruma*. Habarovsk. Izd. TGU. 2013. pp.175–180 [in Russian]
12. Smirnov A. A., Dobrynin A. P. Productivity of the Floodplain Forests on the Sakhalin Island. *Izvestiya vyisshih uchebnyih zavedeniy. Lesnoy zhurnal*. 2014. No 2. pp. 144–149 [in Russian]
13. Kabata-Pendias A. Trace Elements in Soils and Plants. 4-th edition. Boca Raton. CRS Press. 2011. 548 p.

УДК 630*56:630*18

М. В. Устинов, А. А. Соломников

МОДЕЛИ РОСТА И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СОСНЯКОВ В СВЕЖИХ БОРАХ С УЧЕТОМ ПРИРОДНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Ключевые слова: древостой, математическое моделирование, высота, диаметр, запас, природно-экологические факторы.

Отмечается, что лес, будучи средообразующим фактором и активно влияя на все процессы эволюции биосферы, и сам претерпевает изменения по видовому составу древостоев, в приростах по таксационным признакам, в количественных и качественных показателях древесины и по другим признакам. Пик разработки нормативно-справочных материалов наблюдался еще в 80-е годы прошлого столетия. Количественные и качественные характеристики современных древостоев, оценённые по действующим ТХР, влекут за собой неприемлемые лесопользователями ошибки при оценке древостоев. Цель – разработка математических моделей роста сосняков естественно-го происхождения в свежих борах с учетом природно-экологических факторов и таксационных показателей лесного фонда. Задачи: выявление природно-экологических факторов, влияющих на показатели отдельных таксационных признаков сосновых древостоев в условиях свежих боров; разработка математических моделей динамики таксационных показателей этих древостоев с учетом выявленных взаимосвязей природно-экологических факторов с таксационными признаками древостоев. Использована характеристика 8207 таксационных выделов, 35 ПП и 34 переменных, включая и природно-экологические факторы. Выявлены взаимосвязи природно-экологических факторов с таксационными признаками древостоев. Впервые для сосняков с использованием выявленных взаимосвязей разработаны математические модели, таблицы динамики основных таксационных показателей древостоев, уточнены возможные классы бонитета в действующей схеме типов леса для лесов Брянской области, которые предложены производству.