

Е.А. Тишкина

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ CHAMAECYTISUS RUTHENICUS (FISCH. EX WOL.) KLASK. В ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ РЕЖЕВСКОГО РАЙОНА СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Ключевые слова: *Chamaecytisus ruthenicus*, местообитание, онтогенетическая и популяционная структура, виталитетный спектр, морфометрические показатели.

Статья посвящена комплексной оценке состояния ракитника русского *Chamaecytisus ruthenicus* на основе онтогенетических, популяционных, морфометрических и виталитетных параметров данного вида в природных и антропогенных ландшафтах Режевского района Свердловской области. В индивидуальном развитии *Chamaecytisus ruthenicus* выделены 3 периода и 6 онтогенетических состояний. Характерным типом онтогенетического спектра является одновершинный центрированный спектр. Особенностью в условиях антропогенного воздействия на шлаковом отвале и в водоохраной зоне р. Реж можно выделить полное отсутствие прегенеративных особей, что свидетельствуют индексы восстановления и замещения. По совокупности всех параметров установлено, что оптимальные условия для существования складываются в природном ландшафте в водоохраной зоне р. Бобровки, несмотря на низкие организменные значения. Преобладающая часть изученных местообитаний ракитника отличается высокой численностью и неполночленным онтогенетическим спектром, связанным с быстрым отмиранием растений после завершения генеративного периода. По нашим наблюдениям состояние фрагментов ценопопуляции не зависит от эколого-ценотических условий в местообитаниях, а связано, в первую очередь, с антропогенными воздействиями. Отсутствие антропогенного влияния способствует увеличению плотности особей в ценопопуляции, и за счет регулярной смены поколений ракитник русский способен удерживать занятую им территорию.

E. Tishkina

A COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF CHAMAECYTISUS RUTHENICUS (FISCH. EX WOL.) KLASS. IN NATURAL AND ANTHROPOGENIC LANDSCAPES IN REZHEVSKY DISTRICT OF THE SVERDLOVSK REGION

Keywords: *Chamaecytisus ruthenicus*, habitat, ontogenetic and population structure, vital spectrum, morphometric indicators.

The article is devoted to a comprehensive assessment of the condition of *Chamaecytisus ruthenicus* on the basis of ontogenetic, population, morphometric and vital parameters of this species in natural and anthropogenic landscapes in Rezhevsky district of the Sverdlovsk region. There are 3 periods and 6 ontogenetic States in the individual development of *Chamaecytisus ruthenicus*. A characteristic type of ontogenetic spectrum is a single-vertex centered spectrum. Especially in the conditions of anthropogenic impact on the slag dump and in the water protection zone of the river. However, we can distinguish the complete absence of pregenerative individuals, as evidenced by the recovery and replacement indices. Based on the totality of all parameters, it was found that the optimal conditions for existence are formed in the natural landscape in the water-protected zone of the Bobrovka river, despite the low organizational values. The predominant part of the studied *Chamaecytisus ruthenicus* habitats are characterized by a high number and incomplete ontogenetic spectrum associated with the rapid death of plants after the generative period. According to our observations, the state of coenopopulation fragments does not depend on the ecological and coenotic conditions in the habitats, but is primarily associated with anthropogenic impacts. The absence of anthropogenic influence contributes to an increase in the density of individuals in the coenopopulation and due to the regular change of generations, the *Chamaecytisus ruthenicus* is able to hold the territory occupied by it.

Тишкина Елена Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории «Экология древесных растений» ФГБУН Ботанический сад УрО РАН; доцент кафедры экологии и природопользования ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», Екатеринбург, Российская Федерация; e-mail: elena.mlob1@yandex.ru

Elena A. Tishkina, Candidate of Agricultural Sciences, Researcher of the Ecology of woody plants Laboratory, Botanical Garden, Ural Branch of Russian Academy of Sciences; Associate Professor of Ecology and Nature Management Chair, Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia; e-mail: elena.mlob1@yandex.ru

Введение. В крупных промышленных регионах к актуальным проблемам относится снижение негативного влияния техногенных ландшафтов, в том числе промышленных отвалов, на окружающую среду. Одним из наиболее эффективных методов решения данной проблемы является восстановление растительного покрова на нарушенных территориях. Изучение адаптивного потенциала видов, способных естественным путем заселять данные ландшафты, представляет научную основу для разработки эффективных методов формирования устойчивых растительных сообществ на техноземах [5]. Объектом изучения выбран ракитник русский не случайно. Он имеет обширный ареал и является пионерным растением, заселяющим все свободные участки, в том числе и антропогенные ландшафты [7, 9].

Цель работы – комплексная оценка состояния ракитника русского в природных и антропогенных ландшафтах.

Объекты и методы исследования. Исследования проведены на территории Режевского района Свердловской области (57°22'123 N 61°24'153 E). В процессе исследования изучено шесть фрагментов ценопопуляции (ФЦП) *Chamaecytisus ruthenicus* (табл. 1) в трех местообитаниях – шлаковом отвале ЗАО «ПО «Режникель» (антропогенный ландшафт), водоохраной зоне р. Реж (переходный экотоп) и водоохраной зоне р. Бобровка (природный ландшафт). Для характеристики фрагментов ценопопуляций применяли стандартные методики [1-4, 6, 8, 11]. Анализировали состояние ракитника по онтогенетическим и виталитетным спектрам, а так-

же применяли комплексное исследование на основе организменных и популяционных признаков особей [10].

Результаты и обсуждение. В районах исследования ракитник русский представлен невысокими, до 0,59 м, но довольно раскидистыми кустами с проекцией кроны до 0,27 м² и объемом до 0,06 м³. Корреляционный анализ показал, что при снижении численности особей увеличиваются морфометрические показатели ракитника. По высоте коэффициент корреляции составляет $r = -0,77$, площади $r = -0,88$ и объема кроны $r = -0,85$, $p < 0,05$. Чем выше значения морфометрических показателей, тем ниже их жизненное состояние. Положительная корреляция наблюдается у плотности ракитника с их виталитетностью ($r = 0,90$, $p < 0,05$), что говорит о возрастании данного признака, как увеличение жизненности особей.

Плотность фрагментов варьирует от 580 до 837 экз./га, в зависимости от местообитаний. Самые низкие показатели по численности особей (580-612 шт.) и индексу виталитета (45-55%) установлены на шлаковом отвале ЗАО «ПО «Режникель». По жизненному состоянию данного местообитания особи ракитника относятся к сильноповрежденным. Противоположная ситуация наблюдается в водоохраной зоне р. Бобровка. Отсутствие антропогенной нагрузки способствует увеличению плотности фрагмента (821-837 шт.), а по жизненному состоянию особи ракитника относятся преимущественно к здоровым растениям (86-89%).

В онтогенетической структуре установлены три периода и шесть состояний (рис. 1).

Таблица 1 – Характеристика фрагментов ценопопуляции *Chamaecytisus ruthenicus* в Режевском районе Свердловской области

Номер фрагмента ценопопуляции	Характеристика местообитания	Фрагменты ценопопуляции					онтогенетические параметры				
		общая плотность, экз./га	индекс виталитета, %	морфометрические показатели	площадь проекции кроны, м ²	объем кроны, м ³	возрастности	эффективности	восстановления	замещения	старения
1	Шлаковый отвал никелевого производства ЗАО "Режникель"	612	55	0,58±0,03	0,27±0,05	0,06±0,01	0,68	0,67	0	0	0,3
2		580	45	0,59±0,03	0,21±0,04	0,05±0,01	0,73	0,71	0	0	0,26
3	Водоохранная зона р. Реж	688	77	0,57±0,04	0,19±0,05	0,05±0,02	0,46	0,93	0	0	0,03
4		665	78	0,54±0,03	0,15±0,03	0,03±0,01	0,50	0,88	0	0	0,03
5	Водоохранная зона р. Бобровка	837	89	0,55±0,03	0,09±0,02	0,02±0,01	0,40	0,85	0,15	0,15	0
6		821	86	0,51±0,03	0,10±0,03	0,02±0,01	0,45	0,89	0,11	0,11	0

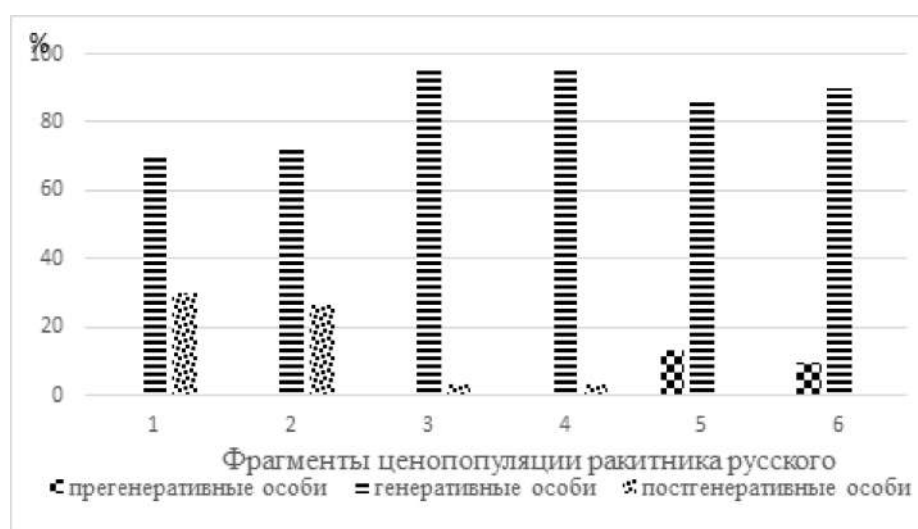


Рисунок 1. Онтогенетические спектры фрагментов ценопопуляции *Chamaecytisus ruthenicus*

Все фрагменты являются неполноценными, т.к. отсутствуют особи различных возрастных состояний. Характерной особенностью в условиях антропогенного воздействия на шлаковом отвале и в водоохраной зоне р. Реж можно выделить полное отсутствие прегенеративных особей. Во всех местообитаниях сформирован одновершинный центрированный спектр, в ФЦП1, 2 максимум приходится на старовозрастные особи (53,3-56,6%), в остальных фрагментах на средневозрастные растения (53,3-73,3%). Оценка

по классификации «дельта-омега» Л.А. Животовского показала, что в антропогенном ландшафте фрагменты ценопопуляции относятся к стареющим, это подтверждают индексы восстановления, замещения и старения (рис. 2).

В то время как фрагменты ценопопуляции, растущие в природном ландшафте, определены как зрелые с низким индексом восстановления и замещения, что говорит о слабом восстановительном процессе, несмотря на высокую плотность раkitника.

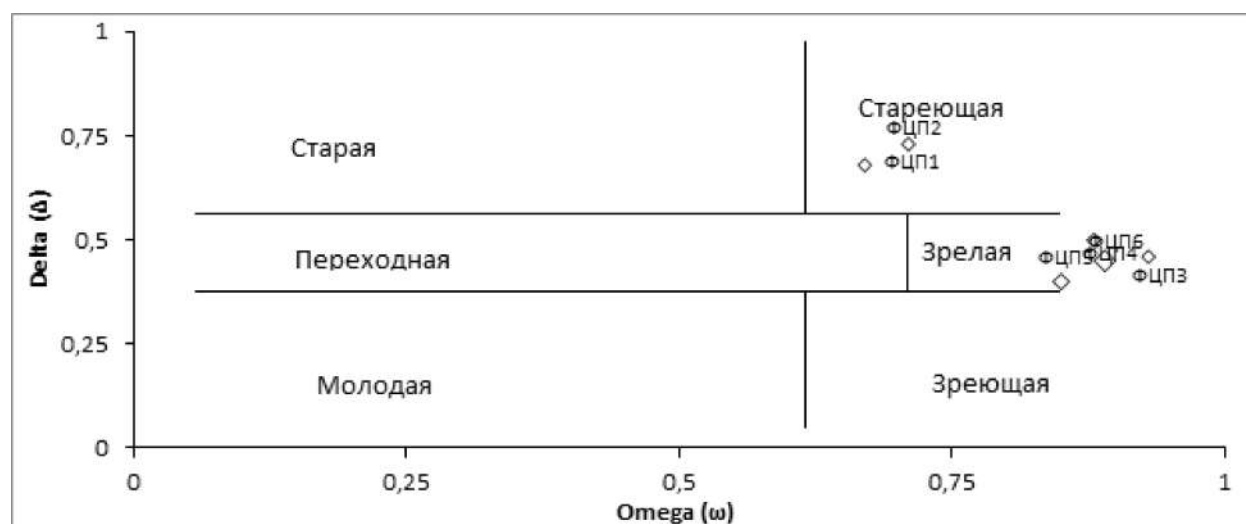


Рисунок 2. Распределение фрагментов ценопопуляции *Chamaecytisus ruthenicus* в координатах «дельта-омега»

Оценка состояния фрагментов ценопопуляции по совокупности организменных признаков показала, что наибольшие

значения по сумме баллов установлены у раkitника, растущего на шлаковом отвале (ФЦП 1,2) (15-13 баллов) (рис. 3,

табл. 2). Самые низкие значения имели фрагменты ценопопуляции, произрастающие в водоохранной зоне р. Бобровки (4-5 баллов). Остальные местообитания характеризуются промежуточным положением (8-11 баллов). По совокупности

популяционных признаков наибольшее значение по сумме баллов (25 баллов) отмечено ФЦП 5 в водоохранной зоне р. Бобровки, а самые низкие в местообитаниях на шлаковом отвале ФЦП2 (4 балла).

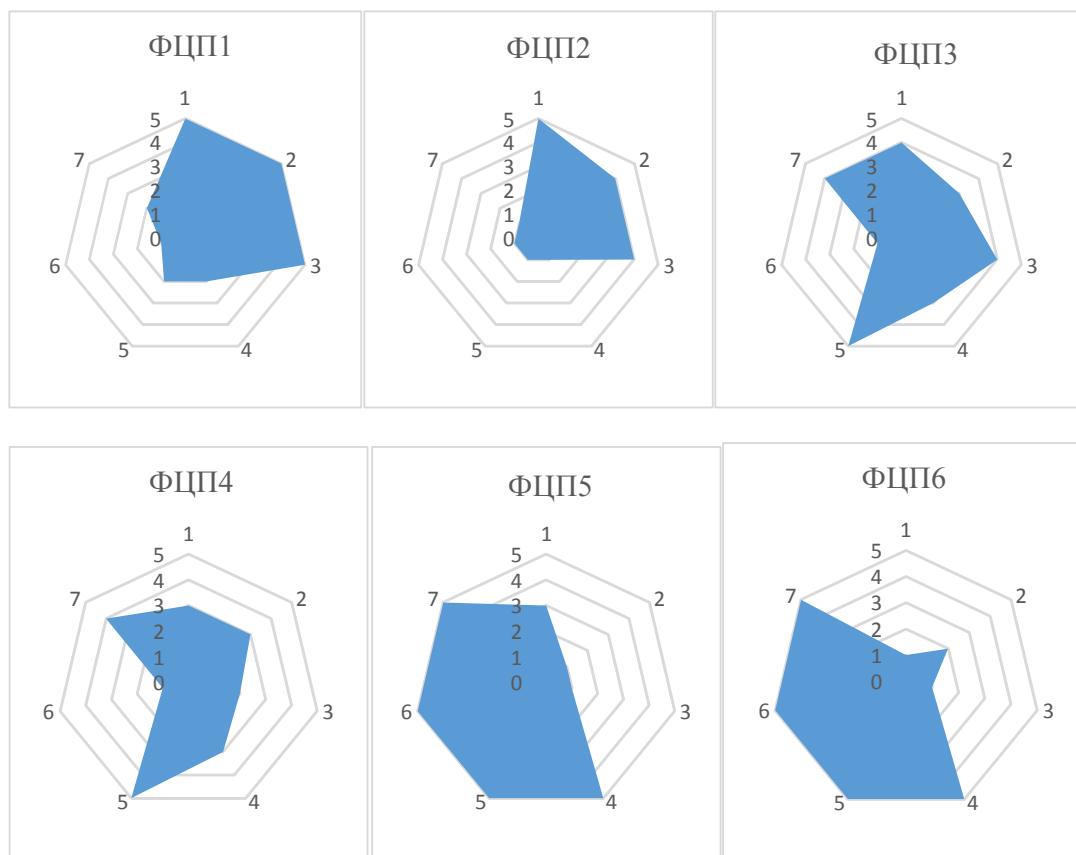


Рисунок 3. Оценка состояния фрагментов ценопопуляции *Chamaecytisus ruthenicus* (в баллах). Организменные признаки: 1 – высота растения; 2 – площадь проекции кроны; 3 – объём кроны. Популяционные признаки: 4 – плотность особей; 5 – доля $g1-g2$; 6 – доля v ; 7 – индекс виталитета; 1– 5 – баллы

По совокупности всех параметров установлено, что оптимальные условия для существования складываются в природ-

ном ландшафте в водоохранной зоне р. Бобровки, несмотря на низкие организменные значения.

Таблица 2 – Балловые оценки величины признаков *Chamaecytisus ruthenicus*

Признак	Балл				
	1	2	3	4	5
Организменные признаки особей					
Высота растений, м	< 0,51	0,52-0,53	0,54-0,55	0,56-0,57	0,58-0,59
Площадь проекции кроны, м ²	< 0,09	0,10-0,14	0,15-0,19	0,20-0,24	0,25-0,29
Объём кроны, м ³	< 0,02	0,021-0,03	0,031-0,04	0,041-0,05	0,051-0,06
Популяционные признаки					
Плотность, шт/га	< 580	580,1-644,3	644,4-708,6	708,7-772,9	773-837,2
Доля $g1-g2$, %	< 16,2	16,3-34,2	34,3-52,2	52,3-70,2	70,2-89
Доля v , %	< 0	0,1-3,4	3,5-6,7	6,8-10	10,1-13,3
Индекс виталитета, %	< 45	46-56	57-67	68-78	79-89

Заключение. Преобладающая часть изученных местообитаний раkitника отличается высокой численностью и неполночленным онтогенетическим спектром, связанным с быстрым отмиранием растений, после завершения генеративного периода. По нашим наблюдениям состояние фрагментов ценопопуляции не зависит от эколого-ценотических условий в местообитаниях, а связано, в первую очередь, с антропогенными воздействиями. Отсутствие антропогенного влияния способствует увеличению плотности особей в ценопопуляции и за счет регулярной смены поколений раkitник русский способен удерживать занятую им территорию.

Библиографический список

1. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. - 1989. - № 4. - С. 51-57.
2. Глотов Н.В. Об оценке параметров возрастной структуры популяций растений // Жизнь популяций в гетерогенной среде. - Ч.1. - 1998. - С.146-149.
3. Животовский Л.А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // Экология. - 2001. - №1. - С. 3-7.
4. Жукова Л.А. Внутрипопуляционное биоразнообразие травянистых растений // Экология и генетика популяций. - 1998. - С. 35-47.
5. Калашникова И.В., Мигалина С.В., Евстюгин А.С. Морфология листа и продукционные параметры берез в естественных и искусственных ценозах на золоотвале ТЭС // Биологическая рекультивация нарушенных земель: материалы X Всерос. науч. конф. с междунар. - Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, 2017. - С.132-138.
6. Работнов Т.А. Вопросы изучения состава популяции для целей фитоценологии // Проблемы ботаники: сб. статей. - 1950. - Вып.1. - С. 465-483.
7. Соколов П.Д. Растительные ресурсы СССР. - Л.: Наука, 1987. - 326 с.
8. Смирнова О.В., Чистякова А.А., Попадюк Р.В. [и др.] Популяционная организация растительного покрова лесных территорий (на примере широколиственных лесов европейской части СССР). - Пущино: Пущинский научный центр РАН, 1990. - 92 с.
9. Тишкина Е.А. Биологические особенности раkitника русского *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Wol.) Klask в Керженском заповеднике // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. - 2020. - №2(59). - С.153-159.
10. Тишкина Е.А., Абрамова Л.П. Состояние ценопопуляции лекарственного вида *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Wol.) Klask в Уктусском лесопарке г. Екатеринбурга // Известия ОГАУ, - 2020. - № 3(83). - С.132-137.
11. Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. - 1975. - № 2. - С. 7-34.
1. Alekseev V.A. Diagnostics of the vital state of trees and stands. *Lesovedeniye*. 1989. No 4. pp. 51-57 [in Russian]
2. Glotov N. V. On estimation of parameters of the age structure of plant populations. *Zhizn populyatsiy v geterogennoy srede*. Part 1. 1998. pp. 146-149 [in Russian]
3. Zhivotovsky L.A. States, effective density, and classification of plant populations. *Russian journal of ecology*. 2001. No 1. pp. 3-7 [in Russian]
4. Zhukova L.A. Intra-Population biodiversity of herbaceous plants. *Ekologiya i genetika populyatsiy*. 1998. pp. 35-47 [in Russian]
5. Kalashnikova I.V., Migalina S.V., Evstyugin A.S. Leaf morphology and productivity parameters of birches in natural ecosystem and forest plantings on ashes dump of power station. Proc. of X All-Russian Sci. Conf. with Intern. Part. "Biological recultivation of disturbed lands". Yekaterinburg. 2017. pp. 132-138 [in Russian]
6. Rabotnov T.A. Questions of studying the composition of the population for the purposes of phytocenology. Collection of articles "Problems of botany" 1950. Vol.1. pp. 465-483 [in Russian]
7. Sokolov P.D. Plant resources of the USSR. Leningrad. *Nauka*. 1987. 326 p. [in Russian]
8. Smirnova O.V., Chistyakova A.A., Popadyuk R.V. [et al]. Population organization of forest territories vegetation cover (on the example of broadleaved forests of the European part of the USSR). Pushchino. Pushchino Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 1990. 92 p. [in Russian]
9. Tishkina E.A. Biological peculiarities of

Chamaecytisus ruthenicus (Fisch. ex Wol.) Klask in the Kerzhenskiy state nature reserve. *Vestnik of the Buryat State agricultural Academy named after V. R. Filippov*. 2020. № 2(59). pp. 153-159 [in Russian]

10. Tishkina E.A., Abramova L.P. The situation with the medicinal species *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Wol.) in

Uktusky forest Park of Yekaterinburg. *Izvestiya OGAU*. 2020. No 3(83). pp. 132-137 [in Russian]

11. Uranov A.A. Age range of phytocenosis populations as a function of time and energetic wave processes. *Biol. sciences*. 1975. No 2. pp. 7-34 [in Russian]

УДК 556.04

DOI: 10.34655/bgsha.2021.62.1.021

М.В. Шульгин, М.В. Власенко

ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ФОРМИРОВАНИИ РЕЖИМА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Ключевые слова: водные ресурсы, водосбор, климатические изменения, антропогенная нагрузка, сток, половодье, облесение.

*Цель – изучение особенностей гидрологического режима рек Среднего Дона в условиях меняющегося климата и под влиянием лесных насаждений. Гидрологическая роль полезащитных насаждений *Pinus sylvestris* L. изучалась на территории Казанско-Вешенского песчаного массива. Прогнозы характеристик весеннего половодья водосбора р. Дон у ст. Казанская (101800 км²) основывались на соотношении между прогнозируемой величиной и показателями, характеризующими состояние водосбора до начала снегонакопления и перед началом снеготаяния. Установлено, что в последние десятилетия на территории Донского бассейна наметилась климатическая тенденция, при продолжении которой годовой сток р. Дон может упасть до критических значений. Негативным результатом климатических изменений в связи с падением уровня грунтовых вод является нарушение естественного хода природных процессов и изменение компонентов биосферы. Предотвращение отрицательных последствий, вызываемых опасными гидрологическими явлениями, и опережение экстремальных гидрологических ситуаций могут быть достигнуты благодаря их своевременному прогнозированию и оперативному принятию мер по устранению. Лесные насаждения способствуют сохранению природного состояния водных ресурсов. Их гидроэкологическая роль в формировании режима водных ресурсов проявляется в локальном увеличении сумм осадков, перераспределении снеготопливных запасов, увеличении транспирации, уменьшении испарения, что способствует сохранению водоносности рек и улучшению качества вод, кроме того – в создании благоприятных микроклиматических условий и поддержании биологического разнообразия. Влияние леса на сток изменяется в зависимости от % лесистости и больше проявляется на малых речных бассейнах, на больших реках под воздействием климатических и физико-географических факторов его влияние сглаживается.*

M. Shulgin, M. Vlasenko

HYDROLOGICAL ROLE OF FOREST PLANTS IN FORMATION OF THE WATER RESOURCES REGIME

Keywords: water resources, catchment area, climatic changes, anthropogenic load, runoff, flood, afforestation.

The aim is to study the features of the hydrological regime of the rivers of the Middle Don in a changing climate and under the influence of forest plantations. The hydrological role of field-protective