

*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 км<sup>2</sup>) 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 снеготранспирации, 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*

plantations of *Pinus sylvestris* L. was studied on the territory of the Kazan-Veshensky sand massif. Forecasts of the characteristics of the spring flood of the catchment area of the Don at st. Kazanskaya (101,800 km<sup>2</sup>) were based on the ratio between the predicted value and indicators characterizing the state of the catchment area before the beginning of snow accumulation and before the beginning of snow melting. It has been established that in recent decades on the territory of the Don basin there has been a climatic trend, with the continuation of which the annual runoff of the river. Don can fall to critical values. The negative result of climatic changes due to the drop in the groundwater level is the disruption of the natural course of natural processes and changes in the components of the biosphere. Prevention of negative consequences caused by hazardous hydrological phenomena and anticipation of extreme hydrological situations can be achieved due to their timely forecasting and prompt adoption of measures to eliminate them. Forest plantations contribute to the preservation of the natural state of water resources. Their hydroecological role in the formation of the regime of water resources is manifested in a local increase in the amount of precipitation, redistribution of snow reserves, an increase in transpiration, a decrease in evaporation, which contributes to the preservation of river water flow and an improvement in water quality, in addition, in the creation of favorable microclimatic conditions and maintenance of biological diversity. The influence of the forest on the runoff varies depending on the percentage of forest cover and is more pronounced in small river basins, on large rivers, under the influence of climatic and physical-geographical factors, its influence is smoothed out.

**Шульгин Максим Васильевич**, заместитель директора ФГБУ «Центр развития водно-хозяйственного комплекса», Москва, Российская Федерация; e-mail: m.shulgin@vhkrf.ru

*Maksim V. Shulgin, Deputy Director, Center for the Development of the Water and Economic Complex, Moscow, Russian Federation; e-mail: m.shulgin@vhkrf.ru*

**Власенко Марина Владимировна**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории гидрологии агролесоландшафтов и адаптивного природопользования ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН», Волгоград, Российская Федерация; e-mail: vlasencomarina@mail.ru

*Marina V. Vlasenko, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Laboratory of Agroforestry Landscapes Hydrology and Adaptive Environmental Management, Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russian Federation; e-mail: vlasencomarina@mail.ru*

**Введение.** На гидрологический режим существенное влияние оказывают климат и хозяйственная деятельность человека [1-3, 8]. Резкий рост интенсивности хозяйственной деятельности в бассейне Дона был отмечен во времена СССР (1952 г.), когда было построено крупнейшее в бассейне Цимлянское водохранилище. В 1975 г. на территории региона уже имелось 116 водохранилищ суммарным полным объемом 32 км<sup>3</sup>, что значительно повлияло на водно-балансовый режим территории [5, 14]. Создание водохранилищ и ирригационных систем на Дону у ст. Раздорская обусловили к концу 1990-х гг. снижение относительно средне-многолетних величин речного стока на 10%. Распашка земель и вырубка лесов

в бассейне Дона усилили линейную эрозию и образование сети оврагов с глубокой врезой на юге 10-20 м и на северо-западе – 100-150 м [6, 7]. В бассейне р. Хопер за счёт увеличения заозёрности и залесенности территории в 1996-2014 гг. отмечен рост потерь на испарение. Для Верхнего Дона в это время наблюдался более важный вклад антропогенной деятельности, что подтверждает уменьшение соотношения площади водной поверхности и площади антропогенной застройки [16, 17].

Многолетние изменения гидрологических процессов должны рассматриваться как результат совместного влияния природных и антропогенных факторов. Изучение изменений водного режи-

ма Донского бассейна представляет большой практический интерес в связи с тем, что иссушение степных районов сопровождается резким снижением водных запасов и проблемами в социально-экономической и экологической сферах. Особенно актуальны исследования с учетом того, что в регионе отмечается высокая степень сельскохозяйственного освоения, антропогенное регулирование стока путём создания малых водохранилищ и прудов, высокий процент урбанизации.

#### **Условия и методы исследований.**

Сток изменяется в зависимости от географических и климатических условий местности, что вызвано различным количеством осадков и испарения. Преобладание определенного типа поверхности водосбора обуславливает условия инфильтрации талых и дождевых вод в почву, процессы формирования склонового и подповерхностного стока, условия питания грунтовых горизонтов и в итоге отражается на максимальном и межennem стоке с водосбора. Косвенным фактором антропогенного воздействия на сток является трансформация поверхности водосбора, в том числе облесение. Новизна исследований: изучение влияния лесистости и конструкций лесных насаждений на водный режим территории способствует пониманию гидрологической роли леса и реализации принципов экосистемного управления лесами. Цель – изучение особенностей гидрологического режима рек Среднего Дона в условиях меняющегося климата и под влиянием лесных насаждений.

Водный режим почв – это результат сложных взаимодействий между растительностью, которая качественно и количественно меняется со временем, и почвой, которая также меняется, но уже от вида растительности и общих условий среды, внутренних противоречий, возникающих в растениях в процессе развития [12]. Изучение гидрологической роли защитных насаждений *Pinus sylvestris* L. проводилось на песчаных массивах Среднего Дона (Казанско-Вешенский песчаный массив). Их средние таксационные пока-

затели: высота ствола – 6,5 м, диаметр ствола – 6 см, запас древесины – 32,7 м<sup>3</sup>/га, сохранность древостоев – 63%. Мощность снежного покрова изучалась в феврале 2020 г. в зоне влияния сосновых лесных полос разной конструкции в 5 точках наблюдений.

При прогнозе половодья использовались данные базового водосбора р. Дон у ст. Казанская (101800 км<sup>2</sup>). Прогнозы характеристик весеннего половодья основывались на соотношении между прогнозируемой величиной и показателями, характеризующими состояние водосбора до начала снегонакопления (влажность почв) и перед началом снеготаяния (запасы воды в снеге, глубина промерзания, степень покрытости водосбора снегом и др.). Характеристики состояния водосбора перед снеготаянием определялись по натурным измерениям на государственной наблюдательной сети [4, 5, 14]. Описание состояния водосбора до установления снежного покрова, оказывающее влияние на последующее формирование весеннего половодья, велось на основе косвенных характеристик (атмосферные осадки в осенний период до установления снежного покрова, средний сток рек за фиксированный период, объем паводочного стока рек осенью и т.д.).

Уравнение водного баланса бассейна в период половодья имеет вид:

$$y = S_L + X + I + Z + A$$

где  $Y$  – сток половодья,  $X$  – осадки за период половодья,  $I$  – инфильтрация в почвогрунты,  $Z$  – испарение с водосбора,  $A$  – поверхностное задержание влаги микрорельефом.

С достаточной степенью достоверности инструментальному определению поддаются запасы воды в снежном покрове и водный сток. Первый в условиях наличия в пределах водосбора ландшафтов с различными условиями накопления снежного покрова определяется как среднее арифметическое или средневзвешенное по наблюдениям станций  $S_i$ , где в качестве весов использовались площади  $f_i$ :

$$\bar{S} = \sum_{i=1}^n f_{\text{поле}i} S_{\text{поле}i} + \sum_{i=1}^m f_{\text{лес}i} S_{\text{лес}i} + \sum_{k=1}^p f_{\text{оврк}k} S_{\text{оврк}k}$$

Среднее значение снегозапаса определяется отдельно в пределах полевых, лесных и овражно-балочных участков. Распределение важно в период весеннего снеготаяния. Количество солнечной энергии в лесу значительно меньше и зависит от характера леса (породы, возраст, сомкнутость крон). При идентичных синоптических условиях интенсивность таяния снега в густом лесу в разы меньше, чем в поле. Овражно-балочная сеть отличается близким положением грунтовых вод и большими уклонами поверхности, которая увеличивает скорости склонового стока, снижая потенциальные потери на испарение и инфильтрацию.

Связь величины потерь талого стока  $P_0$  в зависимости от разницы фактического увлажнения и величины наименьшей влагоемкости ( $W_i - W_{\text{не}}$ ) осуществлялась по методике определения водопоглотительной способности водосборов для расчета и прогноза стока за период весеннего половодья [4].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Казанско-Вешенские пески в основном расположены на II террасе Дона и тянутся прерывистой полосой шириной 12-15 км от ст. Казанской до р. Хопёр на протяжении 90 км, концентрируясь по левобережью рек Песчанка (дебит 1,0-1,8 м<sup>3</sup>/с) и Елань (дебит 0,6 м<sup>3</sup>/с). I терраса выражена нечётко, переходит в пойму. III терраса суглинистая, покрыта песчаным метровым плащом. На глубине 4-6 м находится водоупорный глинистый горизонт, из-за чего под песчаным наносом сформировались пресные грунтовые воды. Высоты надпойменных террас составляют: I – 8-15 м; II – 25-30 м; III – 45-55 м; IV – 70-90 м; V – 90-120 м. Лесные насаждения песчаного массива приурочены, в основном, ко II и III песчаным террасам р. Дон. Поверхность террас имеет сложный рельеф. Генетико-морфологические типы мезорельефа: озерно-аллювиальные равнины; конусы выносов балок и мелких рек; увалистые гривисто-ложбин-

ные аккумулятивно-эрозионные равнины; увалисто-гривисто- и бугристо-котловинные древнеэоловые пески; грядово-котловинные развеваемые пески.

Для песчаных земель характерно наличие относительно неглубоких грунтовых вод, формирующихся за счет инфильтрации атмосферных осадков или погружения в толщу песка водных потоков, подходящих с вышерасположенной территории. Ближайшая к пойме на Казанско-Вешенских песках глубоководная полоса (до 11 км) с уровнем грунтовых вод > 15 м занимает 33% площади массива. Севернее расположена полоса (1-3 км) с уровнем грунтовых вод 15-5 м, она занимает 9%. Затем полоса 1-7 км шириной (22% площади массива), где грунтовые воды залегают до 1-5 м и иногда выходят на поверхность. Опесчаненный склон к водоразделу, составляющий 36% площади массива, характеризуется залеганием пластовых грунтовых вод (> 15-25 м) в третичных меловых породах, но неглубоким залеганием верховодки на подстилающем суглинке. Пойма Дона и мелких рек характеризуется преобладающей глубиной залегания грунтовых вод 5-3 м. Накапливаемые грунтовые воды в зависимости от гидрогеологических условий сбрасываются в речные системы с общим потоком по водоупору, когда основная часть воды сбрасывается в реки в виде сплошного выходящего в пойму потока, или постепенным вертикальным погружением в водовмещающую толщу и оттуда медленным движением в сторону русла реки [11, 12].

Метеорологические условия разных лет создают особенности климата, которые проявляются в современных чертах элементов водного режима рек. Одна из причин изменений водного режима рек Донского бассейна – увеличение подземного питания в результате общего увеличения увлажнения Восточно-Европейской равнины, изменение циркуляции атмосферы, увеличение числа оттепелей, снижение глубин промерзания почвы, что влияет на количество зимних запасов грунтовых вод. Статистически достовер-

ное сокращение слоя стока за половодье для большинства рек Донского бассейна составляет 30-40%. [8]. Снижение объема и максимума весеннего половодья в бассейне в целом повышает гидроэкологическую безопасность, но может являться причиной недостатка воды при заполнении и последующем использовании для различных водохозяйственных целей многочисленных искусственных водоемов. Увеличение осенне-зимнего стока способствует развитию оползневых процессов, но более равномерному внутригодовому распределению стока и тем самым повышению гидроэкологической безопасности [7].

Преобладающий вид питания рек Донского бассейна – снеговое. Снежный покров является основным фактором формирования половодья, пополняет запасы подземных вод, формирует поверхностный сток. Среди климатических и водно-физических характеристик самый важный стокообразующий фактор – максимальные снегозапасы. Но снижение стока весеннего половодья и его доли в годовом объеме до 45% на территории Донского бассейна в первые два десятилетия начала XXI века ведет к смене приоритетности источников питания [9]. Для среднего течения Дона у ст. Казанская в последнее время характерен положительный тренд среднегодовых величин стока. Увеличение меженного стока обусловлено увеличением частоты и продолжительности оттепелей и уменьшением глубины и продолжительности промерзания почв и пород зоны аэрации, увеличением питания и повышением уровней подземных вод, определяющих меженное питание рек [10, 11].

В последнее десятилетие появление снежного покрова в центральной и южной частях бассейна происходит во II-III декаде декабря. Снегомерные наблюдения указывают на наличие устойчивых трендов сдвига этой даты на поздние сроки: на +0.2...+0.6 декады в 10 лет. На юге Донского бассейна в последние годы максимум снежного покрова сдвигается на более ранние сроки и достигается в III декаде января – I декаде февраля. Сход

снежного покрова происходит в I декаде марта. Максимальная высота снежного покрова увеличивается на 10 см. Отмечается тенденция сокращения максимальных снегозапасов для всей площади бассейна Дона [10].

Снежный покров на территории бассейна полностью стаивает или быстро увеличивает плотность из-за частых и малопродолжительных оттепелей (или редких, но продолжительных). В результате снег быстро достигает максимальной водоудерживающей способности и не может удерживать поступающую влагу. Она просачивается в почву или стекает в понижения. В результате оттепелей изменяется объем талых вод, достигающих малые реки в период весеннего половодья, вследствие чего изменяется сток. В зимние оттепели 70-88% объема талых вод может стаивать до начала весеннего половодья.

Основной функцией лесных полос является снижение скоростей ветра, перераспределение снегозапасов и сокращение весеннего поверхностного стока с частичным его переводом в подземный [13]. Снегозапасы в лесных полосах и на открытых участках значительно отличаются от снегозапасов в поле и характеризуются наибольшим влиянием в малоснежные зимы. В лесостепной зоне на 1% лесистости приходится в среднем 0,5 мм снегозапасов, накопленных лесом.

Снегонакопление в зоне влияния лесополос определяется конструкцией и размерами насаждений, их положением относительно преобладающих направленных зимних ветров, характером и размером снегосборной площади, расстоянием между полосами, метеорологическими условиями зимы (скорость ветра, количество и распределение во времени осадков). В зоне влияния насаждений сосны большая часть снега задерживается в лесополосе и на опушках. Относительное снижение мощности снежного покрова отмечается сразу у заветренной опушки. Затем на расстоянии 2H происходит дополнительное снегонакопление шлейфом различной высоты, за пределами которо-

го его запасы уменьшаются и образуется зона выдувания. Мелиоративное влияние лесополос распространяется на расстояние до 30Н, но значительно снижается с расстояния 20Н, рисунок 1.

Гидрологическая роль леса различна для древостоев разного возраста, состава, полноты. И они меняются со временем. С момента облесения лесосеки со-

здаются благоприятные условия для более сильного увлажнения почвы по сравнению с лесосекой, покрытой травой. Почва обогащается влагой благодаря тому, что в молодняках накапливаются большие запасы снега. Эта влага не используется полностью 5-10-летним сосновым лесом с незначительным запасом хвой.

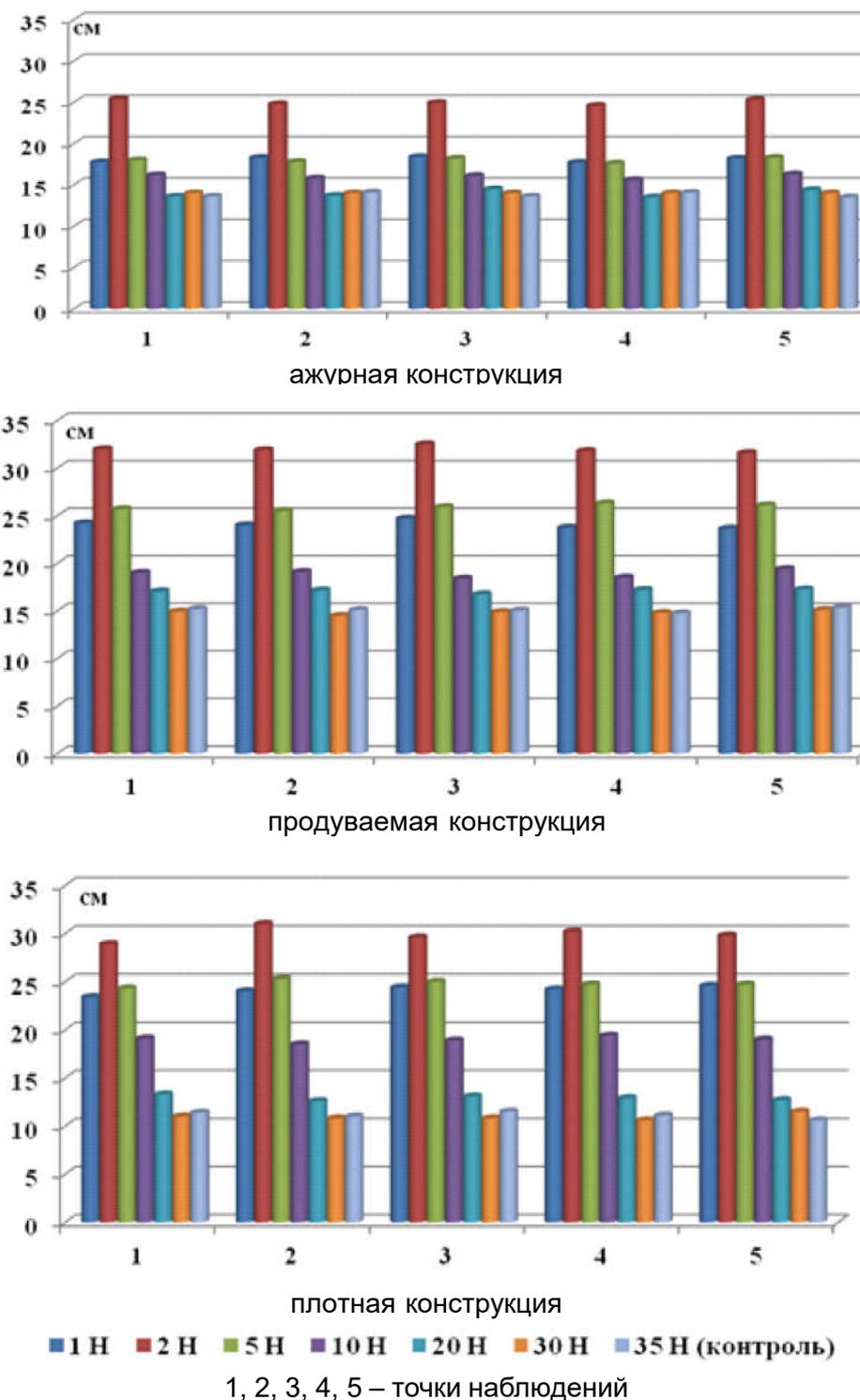


Рисунок 1. Мощность снежного покрова в зоне влияния лесных полос *Pinus sylvestris* L. разной конструкции Казанско-Вешенского песчаного массива

По мере роста транспирационный аппарат древостоев увеличивается, вызывает повышение расхода влаги на транспирацию и уменьшает ее запасы в почве. Этот процесс длится до тех пор, пока транспирационный аппарат достигнет максимума. Дальнейшее изреживание и уменьшение запасов хвои вызывает сокращение расходов влаги из почвы на транспирацию. То есть запасы влаги в почве меняются в связи с развитием древостоев. Эта закономерность позволяет управлять водным режимом путем регулировки транспирационного аппарата с помощью рубок ухода.

Влияние леса на сток больше проявляется на малых речных бассейнах. На больших реках под воздействием климатических и физико-географических факторов влияние леса на сток сглаживается. Сток с малых рек на водосборах речных бассейнов изменяется в зависимости от % лесистости. При повышении % лесистости сток изменяется следующим образом: лесистость 0% – сток 100%, лесистость 8% – сток 77%, лесистость 40% – сток 58%, лесистость 90% – сток 43%, лесистость 100% – сток 35%. Благодаря высокому поглощению влаги песчаной почвой, значительная часть атмосферных осадков достигает грунтовых вод, таким образом, очень мало их расходует

ется через поверхностный сток. При одном и том же механическом составе почвы поверхностный сток меняется в связи с уклоном местности. Чем круче уклон, тем больше поверхностный сток.

При прогнозе половодья использовались данные базового водосбора р. Дон у ст. Казанская (101800 км<sup>2</sup>). Для них установлены нелинейные зависимости объема стока воды в половодье ( $y$ ) от запасов воды на водосборе ( $x$ ), характеристики увлажнения почвы вида:

$$y = x - 1 - p_{\max} \left(1 - e^{-\frac{x-1}{p_{\max}}}\right)$$

где  $p_{\max}$  – максимальная впитывающая способность водосбора.

Инфильтрация в почвогрунты определялась в зависимости от предельного показателя увлажнения почвы, показателя увлажнения данного года и регрессионного параметра, зависящего от типа почвы, ее иссушенности к концу лета и глубины промерзания:  $I = ax(u_{np} - u)$

Прогноз слоя весеннего стока для р. Дон – ст. Казанская строился на основе суммирования стока с трех водосборов – рек Сосны, Битюга и Тихой Сосны. Зависимость носит тесный характер, рисунок 2.

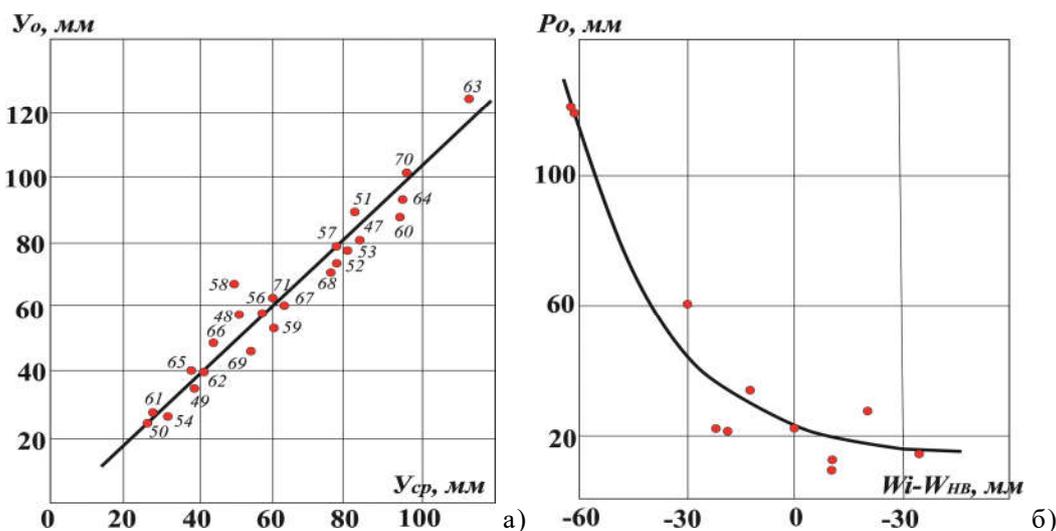


Рисунок 2. Связь слоя весеннего стока  $Y_0$  (р. Дон у ст. Казанская) со средним взвешенным слоем стока  $Y_{cp}$  с водосборов: Сосны ( $Y_1$ ), Тихой Сосны ( $Y_2$ ) и Битюга ( $Y_3$ ), цифры – годы (а); Связь величины потерь талого стока  $P_0$  в зависимости от разницы фактического увлажнения и величины наименьшей влагоемкости ( $W_i - W_{nb}$ ) (б)

**Заключение.** Водный режим территории Донского бассейна отзывчив на современные климатические и гидрологические процессы, которые происходят в границах речных русел и водосборов. Негативным результатом климатических изменений в связи с падением уровня грунтовых вод является нарушение естественного хода природных процессов и изменение компонентов биосферы, в т.ч. пересыхание озер, родников, уменьшение уровня воды в малых реках. Лес оказывает сильное влияние на уменьшение поверхностного стока и переводит его во внутрпочвенный, который выклинивается в реки, ручьи и овраги. Выклинивающийся сток изменяется в зависимости от величины водосборного бассейна. С увеличением бассейна сток возрастает.

**Предложения.** 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 значительно способствуют сохранению природного состояния водных ресурсов. Их гидроэкологическая роль в формировании режима водных ресурсов проявляется в локальном увеличении сумм осадков, перераспределении снегозапасов, увеличении транспирации, уменьшении испарения, что способствует сохранению водности рек и улучшению качества вод, кроме того, в создании благоприятных микроклиматических условий и поддержании биологического разнообразия. Залесенность увеличивает сопротивляемость берегов рек размыву. Максимальный эффект от лесных насаждений можно достичь путем создания целостного экологического каркаса с учетом ландшафтных особенностей, существенных для поддержания оптимальных связей системы «водосбор – лесной массив – водный объект». В связи с этим необходимым становится моделирование создания и долговременного функционирования агролесоландшафтов с учетом закономерностей изме-

нения водных ресурсов территории в зависимости от гидроэкологической роли лесных насаждений.

#### Библиографический список

1. Болгов М.В., Мишон В.М., Сенцова Н.И. Современное состояние и перспективы использования водных ресурсов бассейна верхнего Дона // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2002. – № 1. – С. 112-123.
2. Бородычев В.В., Кулик А.К., Кулик Н.Ф. Неистощительное водопитание и опреснение речных вод Донского региона // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – №3(51). – С. 26-34.
3. Бударagina Л.В., Тищенко С.В. Становление и развитие Государственного водного реестра в России // Вестник ВГУ. Серия: Право. – 2016. – № 4. – С. 208-213.
4. Вершинина Л.К., Крестовский О.И., Леонова Н.Е., Соколова Н.В. Определение водопоглотительной способности водосборов для расчета и прогноза стока за период весеннего половодья. Труды IV Всесоюзного гидрологического съезда. Т. 7. Гидрологические прогнозы. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – С. 71-80.
5. Водные ресурсы России и их использование / под ред. Шикломанова И.А. – СПб.: ГГИ, 2008. – 600 с.
6. Джамалов Р.Г., Киреева М.Б., Косолапов А.Е., Фролова Н.Л. Водные ресурсы бассейна Дона и их экологическое состояние. – М.: ГЕОС, 2017. – 204 с.
7. Джамалов Р.Г., Фролова Н.Л., Киреева М.Б. Современные изменения водного режима рек в бассейне Дона // Водные ресурсы. – 2013. – Т. 40. – № 6. – С. 544-556.
8. Джамалов Р.Г., Фролова Н.Л., Киреева М.Б., Сафронова Т.И. Динамика подземного стока бассейна Дона под влиянием изменений климата // Недропользование XXI. – 2010. – № 4. – С. 78-81.
9. Дмитриева В.А. Экстремальная водность как фактор нарушения гидроэкологической безопасности в бассейне Верхнего Дона // Аридные экосистемы. – 2014. – Т. 20. – № 2(59). – С. 12-18.
10. Дмитриева В.А., Бучик С.В. Генезис максимумов водности рек и изменчивость водного режима в современный климатический период // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2016. – № 5. – 49-62.

11. Дмитриева В.А., Маскайкина С.В. Изменчивость водного режима в верховье Донского бассейна в современный климатический период // Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология. – 2013. – № 1. – С. 17-21.
  12. Дмитриева В.А., Неведова Е.Г. Гидроэкологическая роль лесных насаждений в формировании режима водных ресурсов // Лесотехнический журнал. – 2015. – № 3. – С. 22-33.
  13. Молчанов А.А. Гидрологическая роль сосновых лесов на песчаных почвах. – М.: Академия наук СССР, 1952. – 487 с.
  14. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Т. 7. Донской район. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 457 с.
  15. Схема комплексного использования и охраны водных объектов бассейна р. Дон. – Екатеринбург: ФГУП Рос НИИВХ, 2011. – 228 с.
  16. Шикломанов И.А. Антропогенные изменения водности рек. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 304 с.
  17. Ясинский С.В., Кашутина Е.А. Влияние региональных колебаний климата и хозяйственной деятельности на изменения гидрологического режима водосборов и стока малых рек // Водные ресурсы. – 2012. – Т. 39. – №3. – С. 269.
1. Bolgov M.V., Michon V.M., Sentsova N.I. Current state and prospects of water resources use in the upper Don basin. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya*. 2002. No 1. pp. 112-123 [in Russian]
  2. Borodychev V.V., Kulik A.K., Kulik N.F. Sustainable water supply and desalination of river waters of the Don region. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vyssheye professionalnoye obrazovaniye*. 2018. No 3(51). pp 26-34 [in Russian]
  3. Budaragina L.V., Tishchenko S.V. Formation and development of the State Water Register in Russia *Vestnik VGU. Seriya: Pravo*. 2016. No 4. pp. 208-213 [in Russian]
  4. Vershinina L.K., Krestovsky OI, Leonova N.E., Sokolova N.V. Determination of water absorption capacity of catchments for calculation and forecasting of runoff for the period of spring floods. Proceedings of the IV All-Union Hydrological Congress. T.7. Hydrological forecasts. Leningrad. *Gidrometeoizdat*, 1976. pp. 71-80 [in Russian]
  5. Water resources of Russia and their use; ed Shiklomanova I.A. SPb.: GGI. 2008. 600 p [in Russian]
  6. Dzhamalov R.G., Kireeva M.B., Kosolapov A.E., Frolova N.L. Water resources of the Don basin and their ecological state. Moscow. *GEOS*. 2017. 204 p. [in Russian]
  7. Dzhamalov R.G., Frolova N.L., Kireeva M.B. Modern changes in the water regime of rivers in the Don basin. *Vodnyye resursy*. 2013. T.40. No 6. pp. 544-556 [in Russian]
  8. Dzhamalov R.G., Frolova N.L., Kireeva M.B., Safronova T.I. Dynamics of underground runoff of the Don basin under the influence of climate change. *Nedropolzovaniye XXI*. 2010. No 4. pp. 78-81 [in Russian]
  9. Dmitrieva V.A. Extreme water content as a factor of violation of hydroecological safety in the upper Don basin. *Arid ecosystems*. 2014. Vol 20. No 2(59). pp. 12-18 [in Russian]
  10. Dmitrieva V.A., Buchik S.V. Genesis of maximum water content in rivers and variability of water regime in the modern climatic period. *Vodnoye khozyaystvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravleniye*. 2016. No 5. pp. 49-62 [in Russian]
  11. Dmitrieva V.A., Maskaikina S.V. Variability of the water regime in the upper reaches of the Don basin in the modern climatic period. *Vestnik VGU, seriya: geografiya. Geoekologiya*. 2013. No 1. pp. 17-21 [in Russian]
  12. Dmitrieva V.A., Nefedova E.G. Hydroecological role of forest plantations in the formation of water resources regime. *Lesotekhnicheskij zhurnal*. 2015. No 3. pp. 22-33 [in Russian]
  13. Molchanov A.A. Hydrological role of pine forests on sandy soils. Moscow. *Academy of Sciences of the USSR*. 1952. 487 p. [in Russian]
  14. Resources of surface waters of the USSR. Basic hydrological characteristics. Vol 7. Donskoy region. Leningrad. *Gidrometeoizdat*. 1973. 457 p. [in Russian]
  15. Scheme of the integrated use and protection of water bodies of the river Don. Yekaterinburg: *FGUP Ros NIIVKh*. 2011. 228 p. [in Russian]
  16. Shiklomanov I.A. Anthropogenic changes in the water content of rivers. Leningrad. *Gidrometeoizdat*. 1979. 304 p. [in Russian]
  17. Yasinsky S.V., Kashutina E.A. Influence of regional climate fluctuations and economic activity on changes in the hydrological regime of catchments and runoff of small rivers. *Vodnyye resursy*. . 2012. T. 39. No 3. P. 269 [in Russian]