

**ТРАНСФОРМАЦИЯ РЕЧНОЙ СЕТИ И РЕЧНОГО СТОКА:  
ПРИЧИНЫ И СЛЕДСТВИЯ****В. А. Дмитриева***Воронежский государственный университет, Россия**Поступила в редакцию 12 февраля 2009 г.*

**Аннотация:** В статье рассматривается изменение количества и протяженности водотоков, сезонного речного стока Верхнего Дона в границах Воронежской области. Выявлены причины сокращения годового стока. Указаны последствия трансформации речной сети и водных ресурсов.

**Ключевые слова:** гидрографическая сеть, густота речной сети, речной сток, водные ресурсы, внутригодовое распределение стока.

**Abstract:** The article considers the change of quantity and length of rivers, seasonal river flow of the Verkhniy Don within Voronezh oblast. The causes of the annual flow reduction are revealed. The effects of transformation of the river system and water resources are indicated.

**Key words:** hydrographical system, quantity of the river system, river flow, water resources, annual flow distribution.

Региональная гидрографическая сеть представлена водными потоками, озерами, болотами, водохранилищами и прудами. Довольно многочисленную и наиболее значимую часть поверхностной гидросферы составляют реки и ручьи. На территории Воронежской области их насчитывается 1197 единиц. В том числе в межбассейновых пространствах размещается 310 водотоков, которые образуют локальные речные бассейны внутри более крупных. Самые мелкие водотоки области: балки, лога, яры, лощины – интегрируются в большую группу водотоков длиной до 5 км. Их насчитывается 821 единица, что соответствует 68,6%. Водотоков, протяженностью до 10 км без учета самых малых, выявлено 188 единиц (15,7%) [2]. Кратковременное движение воды в них наблюдается только во время весеннего половодья и при выпадении наиболее интенсивных ливневых осадков в теплое полугодие.

Общая протяженность речных путей на территории области – 9705 км. Средняя густота речной сети с учетом самых малых водотоков равна 0,185 км/км<sup>2</sup> [2]. По отдельным притокам Дона, образующим собственные речные системы, коэффициент густоты речной сети изменяется от 0,34 до 0,07 км/км<sup>2</sup> (таблица). В бассейнах Большой Ве-

рейки, Ведуги, Воронежа, Хворостани, Икорца, Битюга густота речной сети с севера на юг изменяется от 0,30 до 0,22 км/км<sup>2</sup>.

На правобережье Дона самой высокой ее значения густотой выделяется бассейн Большой Верейки – 0,30 км/км<sup>2</sup>. Эта часть области наиболее увлажнена. Годовая сумма осадков здесь превышает 570 мм, что на 51 мм выше средней величины. Южнее устья Ведуги густота речной сети резко убывает. Короткие и неразветвленные притоки правобережья Дона образуют редкий рисунок речной сети.

Левобережье Дона, от границы с Липецкой областью до устья Битюга, включающее речные бассейны Воронежа, Хворостани, Икорца, Битюга, более однородно по величине густоты речной сети, чем правобережье. Коэффициент колеблется в пределах 0,27–0,22 км/км<sup>2</sup>. Из-за хорошо развитой речной сети в бассейне Воронеж у Дона на этом отрезке появляются притоки 6-го и 7-го порядков, что не встречается на остальной территории области. Притоков 6-го порядка всего 10, а притоков 7-го порядка лишь 2, что меняет данные, приведенные в Каталоге [2]. Большинство притоков 4–7-го порядков не имеют названий (б/н).

Упрощенные гидрографические схемы Дона с притоками 7-го порядка, представленные после-

Густота речной сети в бассейнах отдельных рек Воронежской области

№№ п/п	Название реки	Суммарное кол-во притоков	Длина, км			Площадь бассейна, км <sup>2</sup>	Густота речной сети, км/км <sup>2</sup>
			главной реки	общая			
				притоков	речной системы		
1	Большая Верейка	25	46*	85	131	435	0,30
2	Ведуга	36	83	245	328	1380	0,26
3	Девица	18	80	140	220	1520	0,15
4	Воронеж	97	87	715	802	2920	0,27
5	Хворостань	21	79	142	221	1080	0,22
6	Потудань	17	61	104	165	980	0,17
7	Тихая Сосна	7	64	46	110	1030	0,11
8	Икорец	61	104	344	448	2000	0,22
9	Битюг	193	263	1347	1610	6950	0,23
10	Осередь	13	89	95	184	2420	0,08
11	Черная Калитва	28	104	261	365	3580	0,10
12	Мамоновка	3	23	21	44	608	0,08
13	Богучарка	17	105	115	220	3240	0,07
14	Толучеевка	29	143	319	462	5030	0,09
15	Белая	16	40	89	129	990	0,13
16	Хопер	181	206	1653	1859	9240	0,20
17	Ворона	17	65	161	226	1040	0,22
18	Карачан	21	71	156	227	957	0,24
19	Савала	130	168	973	1141	4570	0,25
20	Елань	100	145	695	840	2630	0,32
21	Токай	18	92	105	197	572	0,34
22	Кардаил	8	20	60	80	320	0,25

Примечание\* Здесь и далее длина водотоков дана с принятой в гидрологической науке точностью до целого километра. Все морфометрические характеристики рек, указанные в статье, приводятся в пределах Воронежской области.

довательным впадением их в главную реку, имеют следующий вид:

I. р. Дон ← Воронеж (лв; 87 км) ← Усмань (лв; 105 км) ← Хава (лв; 97 км) ← Правая Хава (лв; 43 км) ← руч. б/н в 1,6 км к С от с. Георгиевка (лв; 7,2 км) ← б/н в 1,0 км к СЗ от с. Георгиевка (лв; 5,1 км) ← б/н у с. Березняги (пр; 3,1 км);

II. р. Дон ← Воронеж (лв; 87 км) ← Усмань (лв; 105 км) ← Хава (лв; 97 км) ← Правая Хава (лв; 43 км) ← Ястребовка (лв; 9,4 км) ← б/н на сев. окр. с. Красные Холмы (пр; 3,6 км) ← б/н у с. Красные Холмы (пр; 1,2 км).

Правобережные притоки Дона ниже устья Ведуги (Девица (Красная Девица), Девица (Нижняя Девица), Потудань, Тихая Сосна, Черная Калитва, Богучарка) и левобережные ниже устья Битюга (Осередь, Мамоновка, Богучарка, Толучеевка и другие) принимают небольшое количество мелких рек-притоков, отчего густота речной сети падает

до минимума (0,07 км/км<sup>2</sup>) в бассейне Богучарки. Лишь в бассейнах Красной Девицы и Потудани коэффициент густоты речной сети увеличивается до 0,15–0,17 км/км<sup>2</sup>. В бассейнах остальных выше названных рек величина параметра колеблется от 0,11 до 0,07 км/км<sup>2</sup>.

Между бассейнами Черной Калитвы и Богучарки в правобережной части Дона находится верхняя часть бассейна р. Белой, впадающей в приток Северского Донца – Айдар. Река Белая, протекая на протяжении 40 км по территории Воронежской области, принимает 16 притоков общей длиной 89 км, которые вместе с главной рекой образуют сравнительно густую речную сеть, равную 0,13 км/км<sup>2</sup>.

Восточную часть области занимает бассейн р. Хопра. Это крупный приток Дона 1-го порядка, не соединяющийся с главной рекой в границах области и образующий обособленную от Дона реч-

ную систему. Изменение коэффициента густоты речной сети в его бассейне наблюдается с запада на восток.

Наибольшее значение этот показатель приобретает в бассейнах Токая и Елани: 0,34 и 0,32 км/км<sup>2</sup> соответственно, что в 1,6–1,7 раза превышает среднюю величину в бассейне Хопра. В бассейне р. Вороны значение коэффициента наименьшее – 0,22 км/км<sup>2</sup>. Средний коэффициент густоты речной сети в целом для бассейна для Хопра – 0,20 км/км<sup>2</sup>, что меньше, чем для слагающих его бассейнов. Данная несогласованность в значениях исследуемой характеристики объясняется рядом причин.

Во-первых, это связано с особенностями строения речной сети Хопра и его притоков. Так, отсутствуют более или менее значительные притоки на правобережье Токая по всей его длине в границах области, Елани от устья Токая до впадения в Савалу, Савалы до ее слияния с р. Хопер. От линии водораздела бассейнов названных водотоков со смежными бассейнами Битюга, Осереды, Мамоновки, Толучеевки, Подгорной в Хопер и его притоки впадает всего 19 рек и ручьев протяженностью 104 км, при этом в сам Хопер ниже устья Савалы с правого берега не втекает ни один водоток. В итоге при небольшой по протяженности речной сети, размещенной на площади в 1685 км<sup>2</sup>, коэффициент густоты речной сети составляет всего 0,06 км/км<sup>2</sup>, что резко снижает величину параметра для бассейна Хопра.

Во-вторых, на указанной водосборной территории протекают водотоки, которые утратили генетическую связь с водоприемниками и ныне представляют собой отдельные водотоки или небольшие речные системы с незавершенным устьем. К их числу относятся Добринка, Паника и другие. К примеру, река Добринка ранее впадала в Елань, а в настоящее время связь между ними отсутствует. Река имеет длину 32,9 км, принимает 9 притоков суммарной протяженностью 83,4 км. Площадь водосбора Добринки 359 км<sup>2</sup>. При расчете общей густоты речной сети Хопра протяженность водотоков учитывается, но водность речной системы Хопра они не увеличивают. Наличие больших по площади пространств с полным отсутствием или небольшим количеством малых водотоков уменьшает средний параметр густоты речной сети.

В-третьих, низкое развитие речной сети в междуречье Хопра и Толучеевки обусловлено природными факторами. Нарастание засушливости климата с севера на юг, слабая гидравлическая связь поверхностных и подземных вод, неустойчивое

грунтовое питание не способствуют формированию густой речной сети.

В-четвертых, процесс трансформации речных потоков усиливает человеческий фактор. Активная хозяйственная деятельность на водосборах и в руслах рек приводит зачастую к деградации водотоков. На речных водосборах южной части области она усиливает негативные природные процессы изменения гидрографической сети.

Речная сеть по площади области характеризуется пестротой распределения. В целом по территории коэффициент густоты речной сети убывает с севера на юг и с северо-запада на юго-восток, принимая наибольшее значение в бассейне Елани (0,34 км/км<sup>2</sup>), а наименьшее в бассейнах Осереды (0,08 км/км<sup>2</sup>), Мамоновки (0,08 км/км<sup>2</sup>) и Богучарки (0,07 км/км<sup>2</sup>). Граница коэффициента густоты речной сети, превышающего значение 0,20 км/км<sup>2</sup>, проходит по линии устье Ведуги – русло Дона – устье Битюга – замыкающий створ Хопра на границе с Волгоградской областью.

Со времени детальных региональных гидрографических исследований [3] произошли заметные изменения в показателях количества, протяженности и густоты речной сети. Так, густота речной сети уменьшилась на 0,025 км/км<sup>2</sup> (11,9%), количество водотоков, включая самые малые, на 146, (10,9%), а протяженность на 1459 км, (13,1%) относительно предшествующих исследований [3]. Несмотря на расхождения методических приемов и используемого инструментария при проведении гидрографических исследований 70-х годов XIX в. и начала века XXI, тенденция сокращения числа водотоков, их длины и уменьшения густоты речной сети прослеживается вполне убедительно. Такая динамика за историческое время характерна в целом для всего Верхнего Дона [5].

Сокращение гидрографической сети отмечается на всей территории Воронежской области, но наиболее значительное изменение в южных степных районах. Оно охватило бассейны Черной Калитвы, Мамоновки, Богучарки, Толучеевки. Частичное или полное пересыхание водотоков наблюдается в бассейнах Икорца, Битюга, Савалы. Всего на карте Воронежской области исчез 31 водоток, ранее входивший в речную систему Дона [1]. Часть водотоков сократилась на треть или четверть своей длины. Например, Мамоновка уменьшилась на 13 км (35%), Малая Меженка на 8 км (28%) и т. д. За период от последней инвентаризации рек страны [1] утраченная длина речной сети составляет 510 км [2], что на 16 км меньше протяженности Дона в границах Воронежской области. Потен-

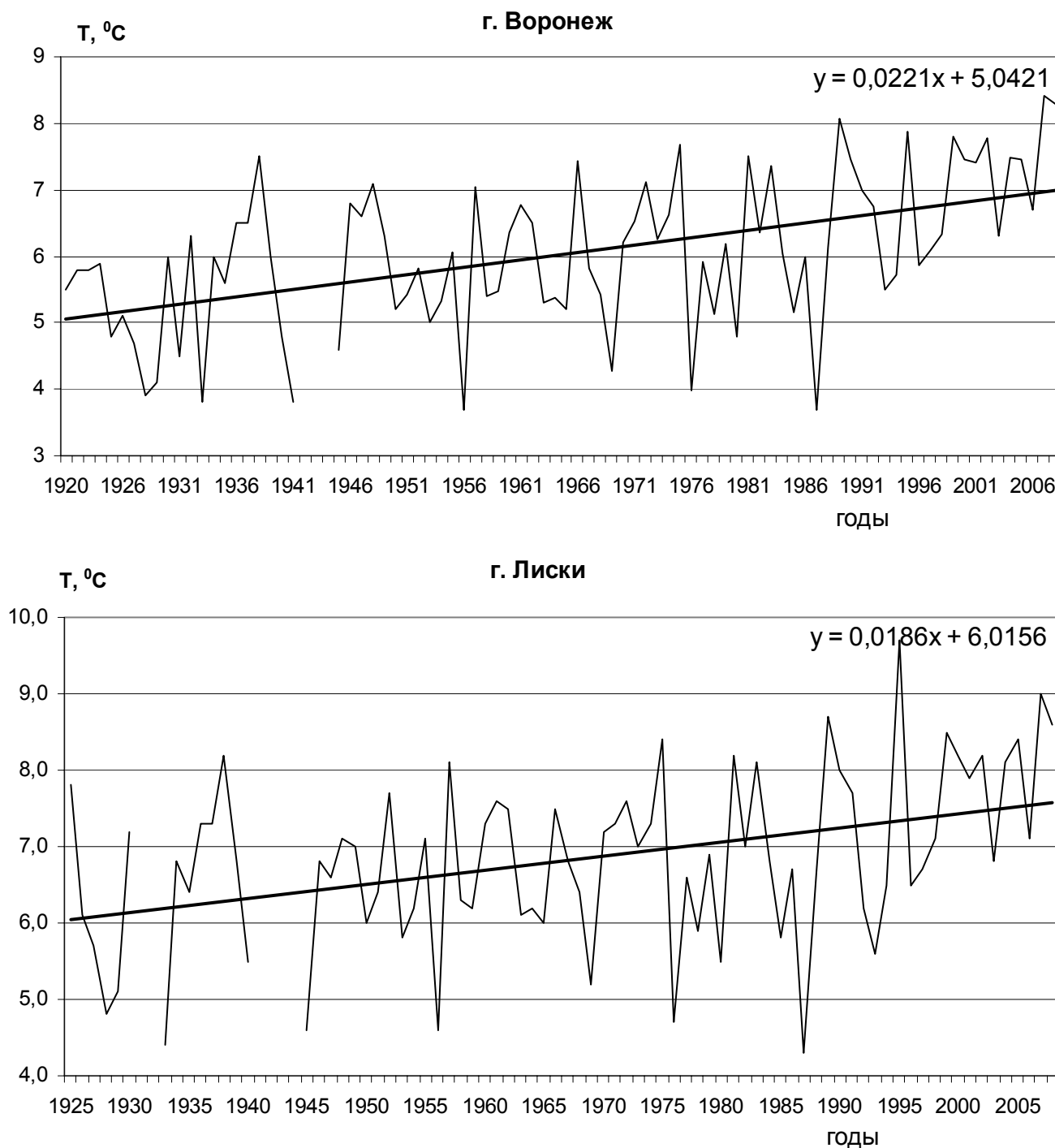


Рис. 1. Среднегодовая температура воздуха

ря длины речной сети прежде всего относится к водотокам размером более 10 км, которые поштучно обследовались при последней гидрологической «переписи». Фактическое снижение морфометрии водотоков значительно больше, если иметь в виду ручьи длиной менее 10 км, которые наиболее чувствительны к антропогенным воздействиям.

Трансформация количества и морфометрии водотоков Воронежской области, по-видимому, стала следствием современного глобального изме-

нения климата. В настоящее время изменениями охвачены все основные компоненты климата: температура воздуха, атмосферные осадки, влажность воздуха и другие. Средняя многолетняя температура воздуха для г. Воронежа за период мониторинга составляет 6,2°С, что на 0,6°С выше, чем 20 лет назад [4]. Тенденцию роста температурного показателя подтверждает устойчивое повышение средней годовой температуры воздуха (рис. 1). Увеличение происходит преимущественно за счет

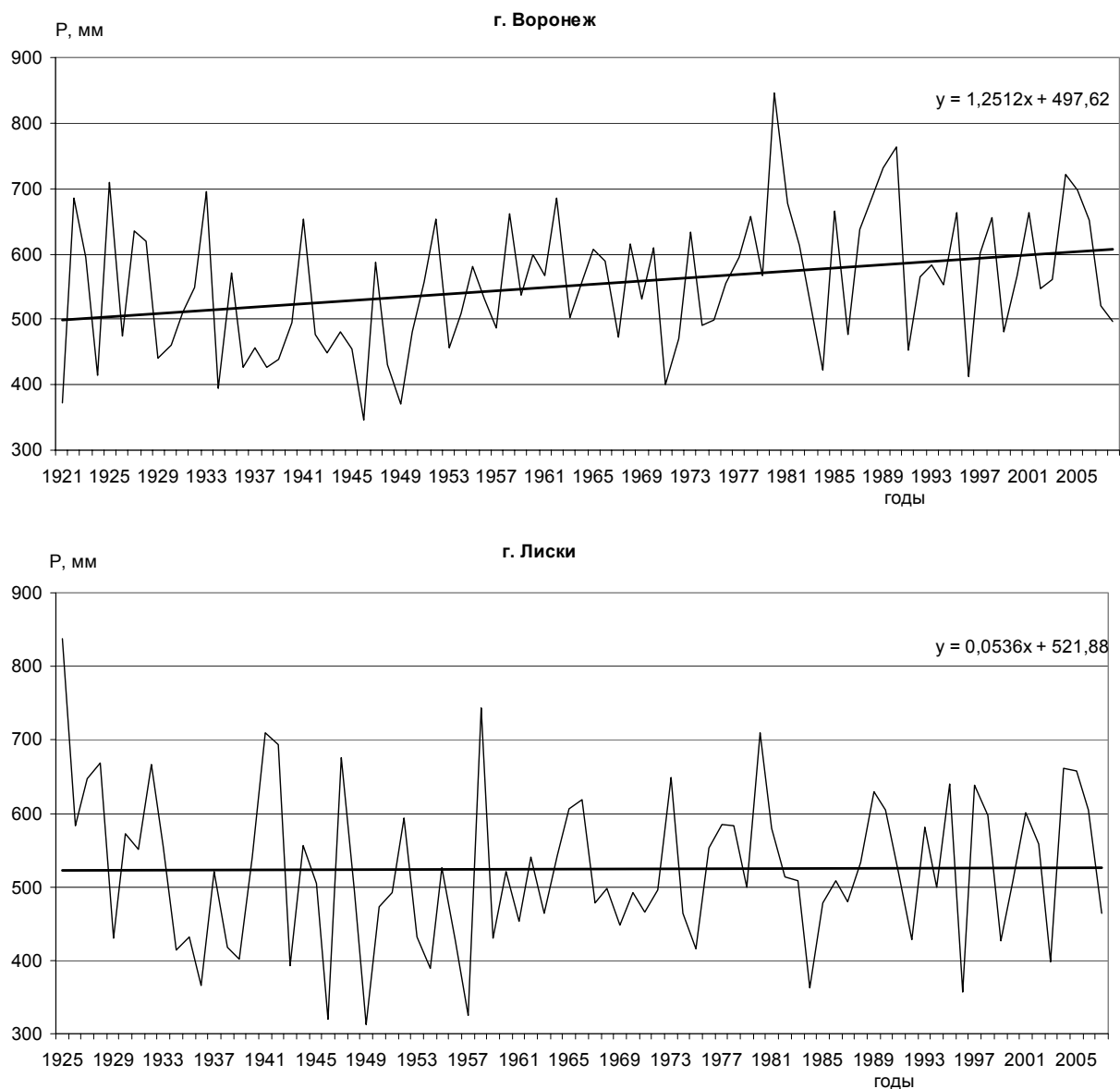


Рис. 2. Годовая сумма атмосферных осадков

осеннего и зимнего сезонов, а внутри сезонов – в ноябре, декабре и январе.

Потепление климата, сопровождающееся увеличением температуры воздуха, способствует более интенсивному прогреванию поверхностных вод. Сокращение безледоставного периода влияет на увеличение продолжительности положительных температур воды в реках. Малые водотоки, подверженные зарастанию водной растительностью, чутко реагируют на изменение температуры водной толщи. Срок вегетирования водных растений удлиняется, а скорости течения из-за увеличения биомассы уменьшаются. Руслу рек Битюг, Россошь, Черная Калитва, Богучарка, Толучеевка и других в ряде мест среднего и нижнего течения превратились в заросшие, заболоченные, много-

рукавные поймы (р. Битюг). Нередко русла суживаются и мелеют до брода (Россошь, Икорец).

Важным условием сохранения рек как элементов ландшафта и источников водных ресурсов является увлажнение территории. Оно определяется, главным образом, количеством и внутригодовым распределением атмосферной влаги, дефицитом влажности воздуха, испарением с поверхности суши и водного зеркала, влажностью почвы.

Суммарное годовое количество атмосферных осадков на территории Воронежской области постепенно увеличивается (рис. 2). Рост годовой суммы осадков происходит за счет их увеличения в осенне-зимний период. В весенний и летний сезоны отмечается отрицательная динамика в многолетнем ходе атмосферной влаги (рис. 3).

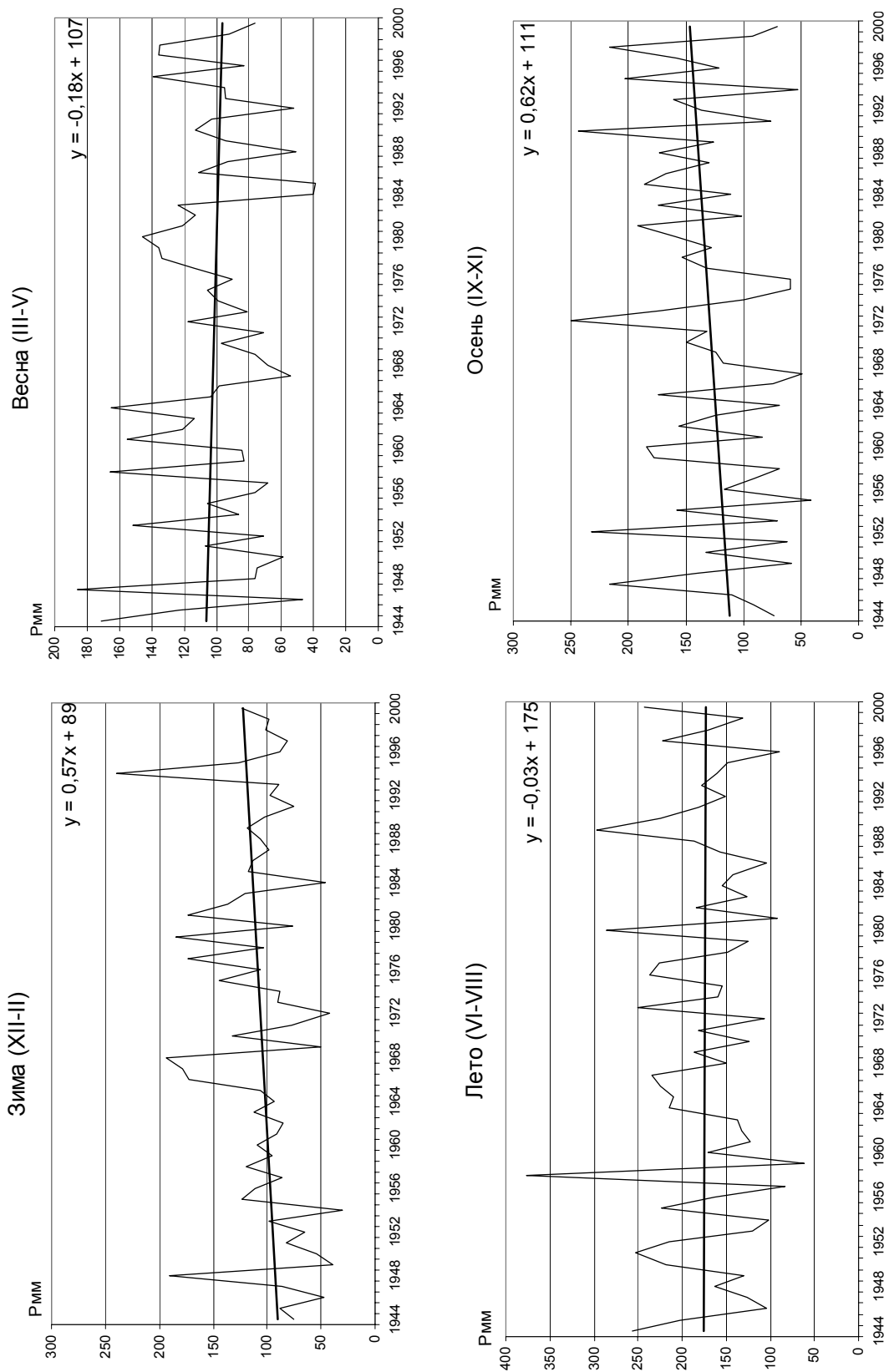


Рис. 3. Сезонные атмосферные осадки г. Лиски

Перестройка климатических процессов, а именно: увеличение температуры воздуха в холодное полугодие, удлинение в годовом цикле продолжительности периода положительных температур, уменьшение глубины промерзания почвы и больший контакт ее с водой, интенсивная инфильтрация воды в почву приводят к внутригодовому перераспределению речного стока.

Заметим, что доля осенне-зимнего стока в годовом объеме увеличилась. До середины 1980-х годов роль меженного стока в годовом стоке была невелика. В средний по водности год 69% объема годового стока приходилось на весну. Распределение по остальным трем сезонам (лето, осень, зима) было примерно равное. Оно составляло 10, 10, 11%. В настоящее время распределение годового стока по сезонам следующее: весна – 58%, лето – 12%, осень – 13%, зима – 17%.

Подземное питание рек стало более устойчивым. Уровни грунтовых вод почти повсеместно поднимаются. По наблюдениям в Каменной Степи уровень грунтовых вод имеет тенденцию постоянного роста. Самое низкое его положение было по шурфу №1 в 1940 г. – 8,20 м. В 1978 г. его высота составляла 3,99 м. С 1978 по 2005 гг. уровень воды ниже отметки 4,0 м опускался только в 4-х случаях. Самое высокое положение уровня грунтовых вод – 2,81 м.

За счет увеличения инфильтрации воды в почву в бассейнах иных малых рек наблюдается подтопление. Например, в бассейне ручья Озерного в районе Каменной Степи, Толучеевки у г. Калача, в бассейне Кантемировка и др. Затопление населенных пунктов отмечается даже при невысоких разливах рек, что ранее было крайне редким событием.

Нестандартные изменения в погодном режиме, в частности, резкий приток тепла, суточные скачки температуры воздуха вызывают мощные угрожающие зимне-весенние паводки (в бассейнах Кантемировка и Богучарки в 2003 г.) и половодья (в бассейне Дона в 2006 г.). Пополнение запасов грунтовых вод приводит к оживлению родников на склонах речных долин, круглогодичной разгрузке их в русла водотоков. Однако сокращение атмосферной влаги в теплое полугодие на фоне общего роста температуры воздуха увеличивает суммарное испарение с речного бассейна. Возрастание испарения с водного зеркала и земной поверхности является естественной причиной усыхания водотоков.

Большую роль в истощении рек и водных ресурсов играет хозяйственная деятельность в реч-

ных бассейнах. С начала 1990-х годов антропогенная нагрузка на водные потоки и речные водосборы области снизилась. Прямой забор воды из поверхностной и подземной гидросферы, сброс в них сточных вод сократились, сельскохозяйственная нагрузка вследствие свертывания посевных площадей и площадей орошения уменьшилась, что позитивно сказывается на состоянии водотоков области. Однако груз антропогенного влияния предшествующих лет еще очень велик.

Современные изменения речной сети являются, в первую очередь, реакцией на преобразования русловой сети и систему водопользования, которые имели место в прежние годы. Осушение пойменных участков, спрямление русел, прокладка дренажных канав и каналов, которые проводились на реках Тихая Сосна, Россось, Толучеевка, Битюг, Богучарка, Потудань, Икорец, Подгорная нанесли непоправимый урон самим рекам. Не случайно, что именно для названных водотоков проблема деградации в настоящее время стоит особенно остро.

Вполне возможной причиной сокращения водности Дона и его притоков, а вместе с тем и водных ресурсов Воронежской области является уменьшение числа и протяженности водотоков, водных капилляров, питающих главные водные артерии. Во всех створах Дона вблизи границ Воронежской области на севере (р. Дон - г. Задонск), юге (р. Дон - ст. Казанская), а также на р. Дон у г. Лиски за период гидрологического мониторинга до 2005 г. включительно отмечалось устойчивое снижение величины годового стока (рис. 4).

Исторические максимумы расходов воды весеннего половодья на р. Дон у г. Лиски в 1888 г. и 1970 г. (11200 и 9860 м<sup>3</sup>/с соответственно) и годового стока с расходом воды 452 м<sup>3</sup>/с, зарегистрированного в 1970 г., при средней многолетней годовой величине стока 252 м<sup>3</sup>/с, позднее не были превышены. Наиболее значительными по водности после 1970 г. были 1978, 1994, 2006 гг. Подъем расходов и уровней воды в 2006 г. на р. Дон у г. Задонск на 40-50% относительно среднегодовых значений изменил тенденцию в ходе стока. Но ниже по течению Дона отрицательный линейный тренд сохраняется (рис. 4).

Снижение годового стока является следствием сокращения весеннего стока, так как его доля в годовом объеме в средний по водности год в 2,1 раза превышает меженный сток. Весенний сток убывает вследствие уменьшения сезонных снегозапасов, мягкости зим, высокой фильтрации талой

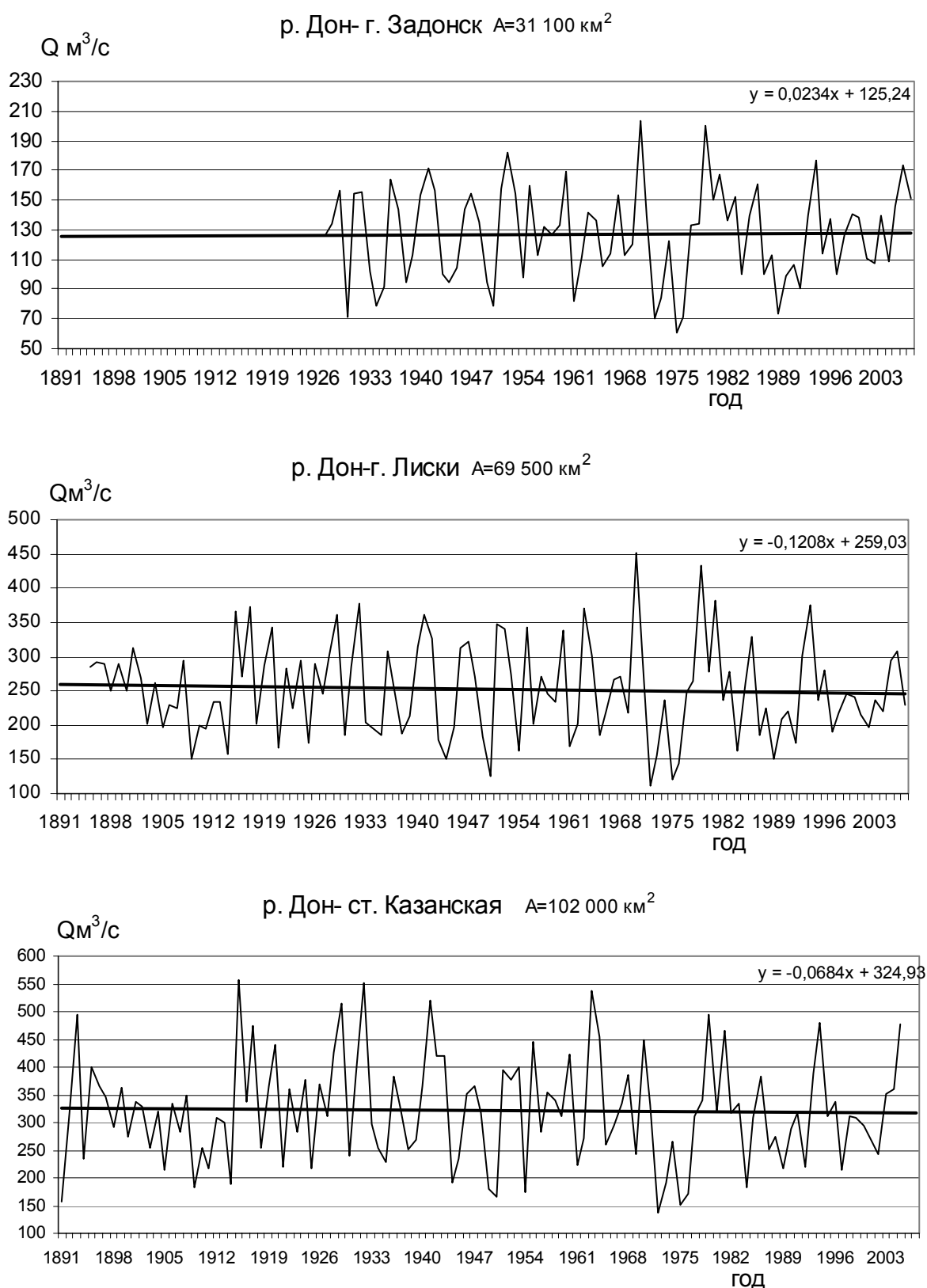


Рис. 4. Многолетние среднегодовые расходы воды р. Дон



воды во время оттепелей и весеннего снеготаяния из-за слабой осенне-зимней промерзаемости почвы. Данный вывод подтверждается положительной динамикой стока осенне-зимней межени. Увеличение стока межени не компенсирует сокращение весеннего и годового речного стока, а несколько нивелирует внутригодовое распределение.

Изменение речной сети является лишь одним звеном в цепи многочисленных причинно-следственных связей, трансформирующих речной сток и водные ресурсы Воронежской области.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гидрологическая изученность. Ресурсы поверхностных вод. Донской район. – Л.: Гидрометеоздат, 1964. – Т. 7. – 267 с.

Дмитриева Вера Александровна  
кандидат географических наук, доцент кафедры природопользования факультета географии и геоэкологии Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. (4732) 66-56-54, E-mail: root@geogr.vsu.ru

2. Дмитриева В.А. Гидрологическая изученность Воронежской области / В.А. Дмитриева // Каталог водотоков. – Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2008. – 225 с.

3. Карты стока рек и временных водотоков / под ред. А.Г. Курдова. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1975. – 142 с.

4. Климат Воронежа / под ред.: Ц.А. Швер, С.А. Павлова. – Л.: Гидрометеоиздат, 1986. – 104 с.

5. Панин А.В. Речная сеть и эрозионно-аккумулятивные процессы в бассейне Верхнего Дона / А.В. Панин, Н.И. Иванова, В.Н. Голосов // Водные ресурсы. – 1997. – №6. – С. 663–671.

Dmitriyeva Vera Aleksandrovna  
Candidate of Geography, assistant professor of management of nature chair of geography and geoecology faculty of Voronezh State University, Voronezh, tel. (4732) 66-56-54, E-mail: root@geogr.vsu.ru