

## Сельскохозяйственная нагрузка в бассейне реки Чумыш

Е. Ю. Седова , И. Д. Рыбкина, Н. Ю. Курепина

Институт водных и экологических проблем СО РАН (ИВЭП СО РАН),  
Российская Федерация  
(656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, 1)

**Аннотация.** Цель – оценка сельскохозяйственной нагрузки в бассейне р. Чумыш для определения геоэкологических условий функционирования водохозяйственного комплекса при интенсивном аграрном освоении территории.

**Материалы и методы.** На основе статистических данных за 2017–2021 годы рассчитаны показатели, отображающие степень воздействия сельского хозяйства на муниципальные образования в речном бассейне и на водосбор в целом; ранжирование территории и составление карты-схемы по степени сельскохозяйственной нагрузки; выполнен сравнительный анализ прямых и косвенных воздействий на водосборе. Верификация результатов оценки осуществлена с помощью проведенной инвентаризации источников загрязнения (сельскохозяйственных предприятий) с применением соответствующего программного обеспечения и космоснимков.

**Результаты и обсуждение.** В бассейне р. Чумыш выделяются территории с различной интенсивностью сельскохозяйственного воздействия. Высокая степень нагрузки отмечается в Алтайском крае (77%), что связано с интенсивным аграрным освоением территории. Сравнительный анализ прямых и косвенных воздействий показал, что преобладают источники диффузного загрязнения: сельскохозяйственные угодья, места выгула скота.

**Выводы.** В условиях недостаточности информации предложенная методика позволяет оценить интенсивность антропогенного воздействия от сельского хозяйства на водосбор и водный объект, ранжировать бассейн по степени нагрузки, а также идентифицировать источники загрязнения водного объекта и его водосборной территории.

**Ключевые слова:** сельскохозяйственная нагрузка, косвенное воздействие, водные ресурсы, речной бассейн, р. Чумыш.

**Источник финансирования:** Исследование выполнено в рамках Государственного задания № 0306-2021-0002.

**Для цитирования:** Седова Е. Ю., Рыбкина И. Д., Курепина Н. Ю. Сельскохозяйственная нагрузка в бассейне реки Чумыш // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 2025, № 1, с. 82–90. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2025/1/82-90>

### ВВЕДЕНИЕ

Согласно Водной стратегии РФ, одним из приоритетных направлений развития водохозяйственного комплекса страны является охрана и восстановление водных ресурсов. Для реализации этой цели необходимо решить задачу по улучшению экологического состояния поверхностных вод посредством снижения антропогенного воздействия для устранения причин деградации рек и их бассейнов, ухудшения качества воды в водных объектах [3].

Рассмотрев совокупность антропогенных воздействий, можно разделить их на прямые (точечные) и косвенные (диффузные). В настоящее время внимание многих авторов обращено к проблемам диффузных (рассредоточенных) источников загрязнения, которые оказывают существенное, а в некоторых случаях и определяющее влияние на поверхностные и подземные водные объекты [9, 19, 20].

Одним из видов косвенного воздействия является сельскохозяйственная нагрузка. Многолетнее использование земель в сельскохозяйственных целях приводит к ухудшению экологического состояния бассейна

за счет распашки, привноса минеральных удобрений в почву. Отходы от животноводческих предприятий являются основным источником биогенных веществ (фосфора, азота), поступающих с плоскостным смывом в водный объект. По данным отечественных исследований [1, 13, 18], их количество в рассредоточенном стоке превышает их количество в объеме сброшенной воды с точечных источников. Например, в рамках проекта «Сохранение и предотвращение загрязнения р. Волги» выявлены водохозяйственные участки с долей диффузного загрязнения до 60 % от общего количества загрязняющих веществ [11].

Ситуация осложняется тем, что в бассейнах малых и средних рек оценить вклад диффузного стока чаще всего затруднительно ввиду отсутствия данных по наблюдению за гидрохимическим состоянием водного объекта. В таких условиях недостаточности информации оценка косвенных воздействий, в том числе от сельского хозяйства, выступает инструментом для комплексного изучения речных бассейнов. Исходя из этого, целью данной работы является оценка сельскохозяйственной нагрузки для определения геоэкологи-



ческих условий функционирования водохозяйственного комплекса бассейна при интенсивном аграрном освоении территории.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования – бассейн р. Чумыш, который расположен в пределах Алтайского края, Кемеровской и Новосибирской областей. Главной рекой является Чумыш – правый приток Оби, имеющий длину водотока 644 км и площадь водосбора 23 400 км<sup>2</sup>. Доли субъектов в общей площади бассейна распределились следующим образом: Алтайский край – 79 %, Кемеровская область – 7 %, Новосибирская область – 14 %.

За последние пять лет в бассейне происходит сокращение объемов сброса сточных вод, но водный объект, по данным Росгидромета, остается в неудовлетворительном состоянии. Поступление загрязняющих веществ в р. Чумыш осуществляется от предприятий сельского хозяйства за счет диффузного стока с сель-

скохозяйственных угодий, с мест выгула скота, с территории животноводческих предприятий.

На р. Чумыш расположено два створа гидрохимического контроля за речной водой – в г. Заринске (среднее течение реки) и в р.п. Тальменка (устье реки) Алтайского края. По представленным данным, за 2017-2021 годы класс качества речной воды по величине удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) определяется как «очень загрязненная» (3Б) и «грязная» (4А) (рис. 1). Наряду с основными загрязняющими веществами (фенолы летучие, нефтепродукты, железо общее), значительная доля в загрязнении водного объекта принадлежит периодическому превышению таких показателей как легкоокисляемые органические соединения, азот аммонийный, азот нитритный, медь. Так, например, превышение по БПК<sub>5</sub> в 2019-2021 годах составило 2,1-2,4 ПДК, что может являться следствием сельскохозяйственного освоения территории [4-8].

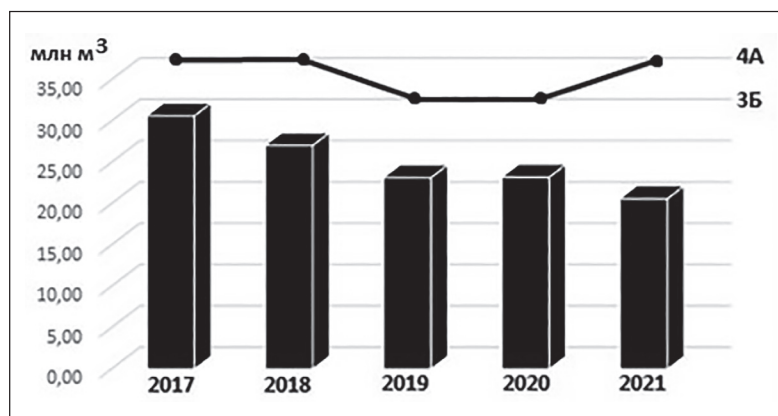


Рис. 1. Динамика сброса воды (столбчатая диаграмма, млн м<sup>3</sup>) и качества воды в бассейне р. Чумыш (линейная диаграмма, класс качества воды по УКИЗВ, в р.п. Тальменка)

[Fig. 1. Dynamics of water discharge (bar diagram, mln m<sup>3</sup>) and water quality in the Chumysh River basin (line diagram, water quality class according to UCIWQS, in Talmenka settlement)]

В связи с этим, с учетом предыдущего опыта [10, 12, 17, 21], предлагается выполнить оценку сельскохозяйственной нагрузки в бассейне по следующей методике, адаптированной относительно выбранной территории.

Сельскохозяйственное воздействие рассчитано в пределах муниципальных образований (МО) в границах бассейна. Исходными данными для оценки послужили статистические материалы из базы Росстата<sup>1</sup>. Использованы показатели, отображающие степень воздействия земледелия (растениеводства): распаханность (% от общей площади), внесение минеральных удобрений (кг/га). Для определения животноводческой нагрузки применены такие показатели, как плотность условных голов крупного рогатого скота (усл. гол. КРС/км<sup>2</sup>) и количество фосфора и азота (кг/год на 1 км<sup>2</sup>), поступающее на водосбор с отходами от животноводческих предприятий [22]. Выбранные показатели позволяют отобразить степень сельскохозяйственной освоенности

территории бассейна и показать интенсивность площадных видов воздействия на водосбор.

Расчет количества фосфора и азота, поступающих от животноводства ( $L_{ан}$ ) на территорию бассейна выполнялся по формуле:

$$L_{ан} = \sum_j k_j N_j, \quad (1)$$

где  $k_j$  – коэффициент эмиссии вещества от одного домашнего животного  $j$ -го наименования,  $N_j$  – количество домашних животных (или птицы). Значения коэффициентов  $k_j$  для домашних животных и птицы по фосфору ( $P_{общ}$ ) и азоту ( $N_{общ}$ ) рассчитаны и представлены в работах В.А. Васильева с соавторами [2] и В.Г. Минеева [14].

Для сопоставимости неоднородных показателей, имеющих выражение в разных единицах измерений, был применен метод нормирования, который позволил представить и отобразить их в безразмерном виде:

$$x_i^j = \frac{x_i^j - x_{min}^j}{x_{max}^j - x_{min}^j}, \quad (2)$$

<sup>1</sup>База данных муниципальной статистики Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации. – URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения 30.06.2023 г.). – Текст: Электронный.

где,  $x_{min}$  и  $x_{max}$  – минимальные и максимальные значения показателя,  $j$  и  $i$  – индексы показателя муниципального образования [15]. Метод позволяет суммировать и сравнивать показатели между собой, рассчитывать долю каждого из них в сельскохозяйственной нагрузке.

Определение численности условных голов КРС выполнялось путем перевода в них фактического поголовья домашних животных и птицы посредством дополнительных коэффициентов [14].

Итоговая сельскохозяйственная нагрузка представляет собой сумму индексов показателей каждого вида воздействия. Интенсивность нагрузки варьируется от категории «низкая» (сумма индексов менее 0,1) до категории «высокая» (сумма индексов более 3,0).

Для верификации полученных результатов на территории бассейна была проведена инвентаризация источников поступления загрязняющих веществ (сельскохозяйственных предприятий) методами дистанционного зондирования с применением соответствующего программного обеспечения и космоснимков, полученных сканирующими системами Landsat 8 и Sentinel-2. Для уточнения местоположения предприятий составлен реестр организаций, занимающихся разведением сельскохозяйственных животных, земледелием. Информация по видам деятельности получена на сайте Федеральной налоговой службы из единого реестра субъектов малого и среднего предпринимательства<sup>2</sup>.

По юридическому адресу предприятия, по адресам выезда проверок (ФГИС «Единый реестр проверок»<sup>3</sup>) отмечены места расположения животноводческих предприятий и нанесены на карту в QGIS [17]. Полученные результаты инвентаризации сравнивались с результатами оценки сельскохозяйственного воздействия в бассейне.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

За 2017-2021 годы на рассматриваемой территории количество посевных площадей во всех хозяйствах значительно уменьшилось. Общее сокращение по бассейну составило 34 %, максимальное пришлось на районы Алтайского края – 40 %. На районы Кемеровской области – 33 %, Новосибирской области – 19 %.

В 2021 году две третьих площади распаханых земель бассейна приурочены к Алтайскому краю, что указывает на аграрную направленность региона, для которого характерны значения на порядок больше по сравнению с другими регионами. В разрезе районов края наибольшая площадь посевных площадей, доля распаханности и максимальное количество внесенных удобрений у Целинного муниципального района (табл. 1).

Животноводство в бассейне р. Чумыш представлено такими группами сельскохозяйственных животных, как КРС, свиньи, овцы и козы, лошади, птица. В общем по бассейну в 2021 году за счет наличия птицеводческих предприятий (Прокопьевский район)

Таблица 1

Показатели растениеводства в бассейне р. Чумыш  
[Table 1. Indicators of crop production in the Chumysh river basin]

МО (районы) / municipalities	Посевные площади сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий, га / Acreage of crops in farms of all categories, ha	Доля распаханности в бассейне, % / Share of ploughed area in the basin, %	Количество внесенных минеральных удобрений, кг/га / Amount of mineral fertilisers applied, kg/ha
<i>Алтайский край</i>			
Ельцовский	13229,7	6,6	-
Залесовский	17412,2	6,5	6,8
Заринский	68467,0	13,9	23,2
Первомайский	14294,2	25,1	30,1
Тогульский	28195,4	14,4	24,7
Целинный	73663,4	44,4	31,6
Кытмановский	84858,2	33,8	29,2
Тальменский	34510,5	12,6	10,9
<i>Всего</i>	<i>334630,6</i>	<i>66</i>	<i>23,7</i>
<i>Новосибирская область</i>			
Маслянинский	7139,1	17,2	21,9
Черепановский	51544,0	41,4	30,4
<i>Всего</i>	<i>58683,1</i>	<i>25</i>	<i>29,3</i>
<i>Кемеровская область</i>			
Прокопьевский	27831,0	19,2	14,00
Новокузнецкий	3084,8	2,2	0,5
<i>Всего</i>	<i>30915,8</i>	<i>9</i>	<i>23,7</i>

<sup>2</sup> Сайт Федеральной налоговой службы. – URL: <https://rmsp.nalog.ru/index.html> (дата обращения 03.10.2023 г.). – Текст: электронный.

<sup>3</sup> ФГИС «Единый реестр проверок». – URL: <https://proverki.gov.ru/portal> (дата обращения 03.10.2023 г.). – Текст: электронный.

и свинопасов (Тальменский, Тогульский районы) в количественном отношении преобладала птица и свиньи. В среднем плотность условных голов по бассейну составляет 4,5 усл. гол./км<sup>2</sup> (табл. 2). При этом наибольшее значение численности поголовья отмечается в районах Алтайского края.

сейну составляет 4,5 усл. гол./км<sup>2</sup> (табл. 2). При этом наибольшее значение численности поголовья отмечается в районах Алтайского края.

Таблица 2

Количество и плотность условных голов КРС в пределах бассейна р. Чумыш, 2021 год  
[Table 2. Number and density of conditional head of cattle within the Chumysh River basin, 2021]

МО (районы) / municipalities	Численность усл. гол. КРС, шт / Number of cattle, heads	Плотность усл. гол. КРС, усл. гол./км <sup>2</sup> / The density of cattle heads/km <sup>2</sup>
<i>Алтайский край</i>		
Ельцовский	3503	1,3
Залесовский	2647	1,3
Первомайский	1534	2,7
Заринский	17118	3,5
Кытмановский	14954	6,0
Целинный	10482	6,3
Тогульский	18693	9,5
Тальменский	29279	10,7
<i>Всего</i>	<i>98210</i>	<i>5,2</i>
<i>Новосибирская область</i>		
Маслянинский	187	0,5
Черепановский	3392	2,7
<i>Всего</i>	<i>3579</i>	<i>1,6</i>
<i>Кемеровская область</i>		
Прокопьевский	13506	9,3
Новокузнецкий	716	0,5
<i>Всего</i>	<i>14222</i>	<i>4,9</i>

Общее количество эмиссии биогенных веществ от животноводства в 2021 году по бассейну составило по фосфору (P) – 2050 т, азоту (N) – 11381 т. Наибольшая доля в эмиссии фосфора и азота приходится на Алтайский край – 90 % и 84 % соответственно. Если рассмотреть в районном разрезе, то больше всего азота «производится» в пределах Тальменского района (27 %), фосфора – Заринского района (23 %) (табл. 3).

Полученная эмиссия биогенных веществ соответствуют результатам инвентаризации источников загрязнения. Так подтверждается тот факт, что на

территории этих районов располагаются крупные животноводческие комплексы. В Заринском районе функционируют 5 крупных ферм по разведению КРС. В Тальменском районе зарегистрировано 26 сельскохозяйственных объектов различной животноводческой направленности.

Соотношение массы загрязняющих веществ с площадями МО показало, что наибольшее количество фосфора приходится на Алтайский край: эмиссия фосфора – 98,9 кг/год на 1 км<sup>2</sup>. Наибольшая эмиссия азота в Кемеровской области – 567,2 кг/год на 1 км<sup>2</sup> (табл. 3).

Таблица 3

Эмиссия фосфора и азота от животноводства в бассейне р. Чумыш  
[Table 3. Phosphorus and nitrogen emissions from livestock production in the Chumysh River basin]

МО / municipalities	P, т / P, tonne	N, т / N, tonne	Эмиссия P, кг/год на 1 км <sup>2</sup> / P emission, kg/year per 1 km <sup>2</sup>	Эмиссия N, кг/год на 1 км <sup>2</sup> / N emission, kg/year per 1 km <sup>2</sup>
<i>Алтайский край</i>				
Ельцовский	99	338	36,6	125,1
Залесовский	73	254	36,6	127,8
Заринский	480	1630	97,5	330,9
Первомайский	39	118	68,6	208,0
Тогульский	235	1881	93,6	749,0
Целинный	238	897	167,7	630,7
Кытмановский	407	1404	245,1	846,1
Тальменский	259	3034	94,6	1110,4
<i>Всего/среднее</i>	<i>1830</i>	<i>9556</i>	<i>98,9</i>	<i>516,3</i>

Новосибирская область				
Маслянинский	4	19	2,1	9,5
Черепановский	86	330	69,1	265,3
Всего/среднее	90	349	35,6	137,4
Кемеровская область				
Прокопьевский	110	1408	75,8	970,9
Новокузнецкий	20	68	49,4	163,5
Всего/среднее	130	1476	64,4	567,2

Для дальнейшей оценки сельскохозяйственной (с/х) нагрузки полученные показатели приводятся к единице по максимальному значению и представляются в виде индексов значений. Сумма индексов нагрузки от растениеводства и от животноводства по районам

является индексом сельскохозяйственной нагрузки (табл. 4).

Результаты оценки соотносятся с результатами инвентаризации источников поступления загрязняющих веществ (табл. 5).

Таблица 4

Результат оценки сельскохозяйственной нагрузки в бассейне р. Чумыш  
[Table 4. Result of agricultural load assessment in the Chumysh River basin]

МО / municipalities	Индекс нагрузки от растениеводства / Crop production load index	Индекс нагрузки от животноводства / Livestock load index	Индекс с/х нагрузки / Agricultural load index	Шкала интенсивности с/х нагрузки / Scale of agricultural load intensity
Новокузнецкий	0,0	0,0	0,0	Незначительная (менее 0,1)
Ельцовский	0,1	0,3	0,4	Низкая (0,1 – 1,0)
Залесовский	0,3	0,2	0,5	
Троицкий	0,6	0,0	0,6	
Маслянинский	1,0	0,0	1,0	
Косихинский	1,1	0,0	1,1	Средняя (1,1 – 2,0)
Первомайский	1,5	0,3	1,8	
Прокопьевский	0,8	1,2	2,0	
Черепановский	1,9	0,4	2,3	
Заринский	1,0	1,3	2,3	Повышенная (2,1 – 3,0)
Тальменский	0,6	2,0	2,6	
Тогульский	1,1	1,6	2,7	
Кытмановский	1,7	1,4	3,1	
Целинный	2,0	1,1	3,1	Высокая (более 3,0)

Таблица 5

Результат инвентаризации источников поступления загрязняющих веществ  
от сельскохозяйственных предприятий в бассейне р. Чумыш

[Table 5. Result of inventory of pollutant sources from agricultural enterprises in the Chumysh River basin]

МО / municipalities	Животноводческие предприятия, ед. / Number of livestock enterprises	Растениеводческие предприятия, ед. / Number of crop production enterprises
Алтайский край		
Ельцовский	5	4
Залесовский	12	14
Заринский	5	14
Первомайский	1	3
Тогульский	4	6
Целинный	3	82
Кытмановский	3	16
Тальменский	26	56
Всего	59	195



Новосибирская область		
Маслянинский	0	0
Черепановский	3	4
Всего	3	4
Кемеровская область		
Прокопьевский	3	1
Новокузнецкий	0	1
Всего	3	2

Далее, по полученным результатам проведено ранжирование муниципальных районов в границах бассейна р. Чумыш и разработана карта-схема по степени сельскохозяйственного воздействия на водосбор (рис. 2). Согласно Национальному атласу России, исследуемый бассейн относится к территории со средней сельскохозяйственной нагрузкой, с долей распаханности от общей площади 10-20 %, что в целом коррелирует с полученными результатами [16].

Высокая нагрузка отмечается в Целинном и Кытмановском районах Алтайского края. Наличие степных и лесостепных ландшафтов позволяет интенсивно развивать сельское хозяйство, причем как земледелие, так и животноводство. Например, на территории Кытмановского района расположено предприятие, которое является одним из лидирующих в речном бассейне по растение-

водству и животноводству. Целинный район отличается максимальным количеством субъектов малого и среднего предпринимательства в растениеводческой отрасли – 40 % от общего количества по бассейну (82 объекта).

Повышенной с/х нагрузкой характеризуются Тальменский, Заринский, Тогульский районы Алтайского края. Именно в этих районах высока доля развития животноводческой отрасли, в частности скотоводства, птицеводства и свиноводства – 35 предприятий из 64 предприятий по бассейну. В Черепановском районе Новосибирской области повышенная нагрузка за счет высокой доли распаханности территории.

Средняя нагрузка отмечается в Первомайском, Косихинском, Прокопьевском районах. Низкой сельскохозяйственной нагрузкой характеризуются Маслянинский, Залесовский, Ельцовский районы в силу нераз-

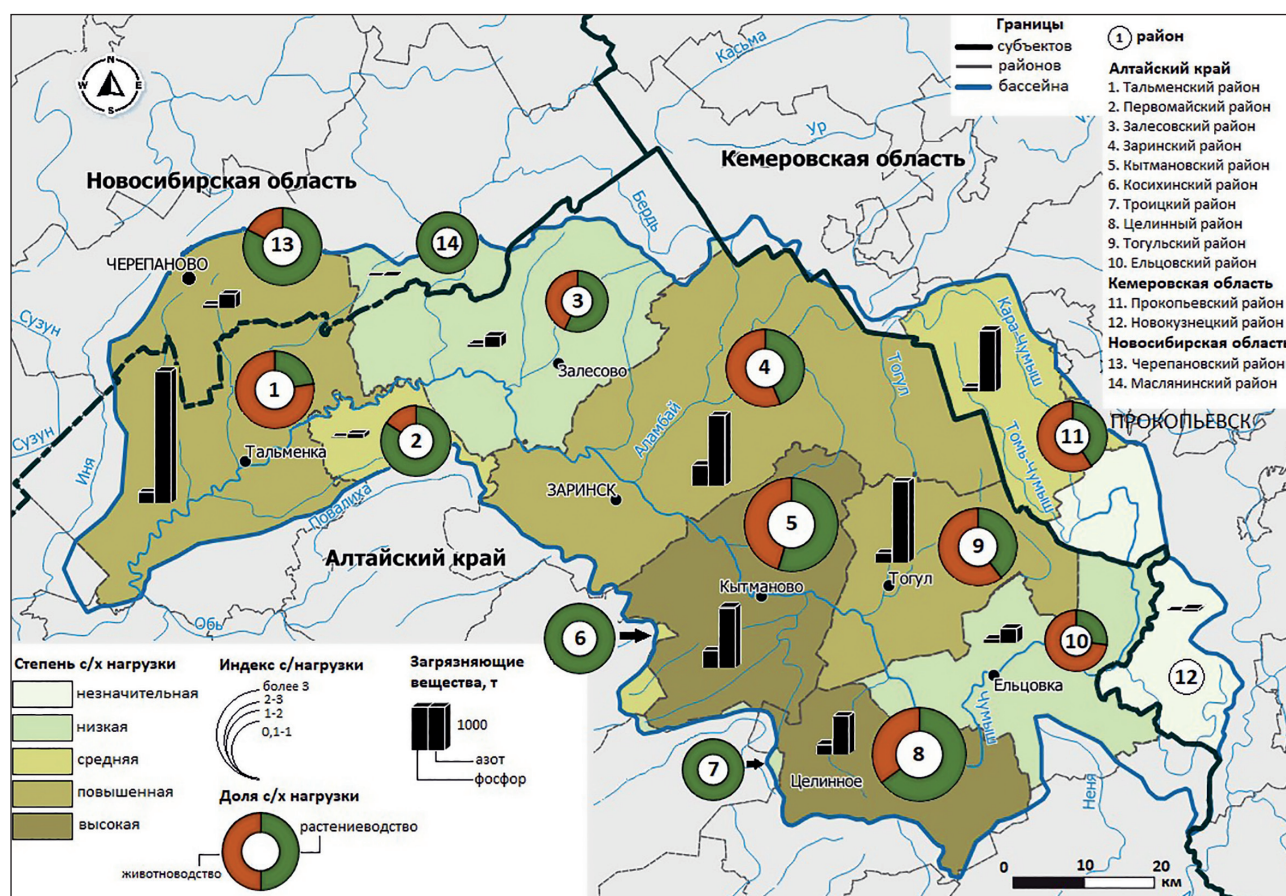


Рис. 2. Ранжирование бассейна р. Чумыш по степени сельскохозяйственной нагрузки  
 [Fig. 2. Ranking of the Chumysh river basin according to the degree of agricultural load]

витой сельскохозяйственной отрасли. На территории районов отсутствуют крупные сельскохозяйственные предприятия. Незначительная нагрузка наблюдается в Новокузнецком районе, так как в бассейн входит малоосвоенная и незаселенная его часть.

Сравнительный анализ поступления загрязняющих веществ в результате прямого и косвенного воздействия показал, что количество поступающего азота от точечных источников составляет 3,8 % (451,88 т), с диффузным стоком 96,2 % (11381 т) (за счет наличия животноводческих комплексов на территории бассейна). По фосфору прямое и косвенное воздействие соотносится следующим образом: 0,02 % (0,597 т) и 99,98 % (2051 т).

В целом, исходя из результатов оценки можно сделать вывод, что вклад регионов в совокупную сельскохозяйственную нагрузку в речном бассейне распределяется следующим образом: Алтайский край – 77 %, Новосибирская область – 14 % и Кемеровская область – 8 %.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях недостаточности информации предложенная методика позволяет оценить интенсивность воздействия сельского хозяйства на водосбор и в основной водный объект – р. Чумыш. Верификация полученных результатов оценки методики подтверждает возможность ее использования.

Методика позволяет ранжировать территорию речного бассейна по степени антропогенной нагрузки от растениеводства и животноводства на водосборную площадь. Показано, что распределение интенсивности воздействия сельского хозяйства в бассейне р. Чумыш неравномерно. Отмечается намного больший уровень нагрузки в Алтайском крае в сравнении с Новосибирской и Кемеровской областями. Этот факт связан с тем, что основная часть речного бассейна находится в Алтайском крае на пригодных для ведения сельскохозяйственной деятельности землях. Инвентаризация источников загрязнения подтвердила результаты оценки сельскохозяйственного воздействия в бассейне.

Сравнительный анализ поступления биогенных веществ (фосфоросодержащие и азотсодержащие соединения) от разных источников воздействия показал, что доля поступления загрязнения от диффузных источников сельскохозяйственной нагрузки преобладает над долей прямых воздействий: 97 % и 3 %.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антропогенная нагрузка и влияние водосбора на диффузный сток биогенных элементов в крупный водный объект (на примере водосбора Чебоксарского водохранилища) / С. В. Ясинский, Е. А. Кашутина, М. В. Сидорова и др. // *Водные ресурсы*, 2020, т. 47, № 5, с. 630-648.
2. Васильев В. А., Филиппова Н. В. *Справочник по органическим удобрениям*. Москва: Росагропромиздат, 1988. 255 с.
3. *Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года: утверждена Правительством РФ от 27.08.2009 г. (ред. от 17.04.2012 г.)*. СПС «Консультант Плюс» (дата обращения 20.11.2023 г.).
4. *Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае в 2017 г.»*. Барнаул, 2018. 150 с.
5. *Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае в 2018 г.»*. Барнаул, 2019. 194 с.
6. *Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае в 2019 г.»*. Барнаул, 2020. 200 с.
7. *Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае в 2020 г.»*. Барнаул, 2021. 168 с.
8. *Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае в 2021 г.»*. Барнаул, 2022. 186 с.
9. Демин А. П. Сброс сточных вод и загрязнение водных объектов в бассейне реки Волга (1990-2018 гг.) // *Экология. Экономика. Информатика. Сер.: Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем*, 2020, т. 1, № 5, с. 138-143.
10. Исаченко А. Г. *Экологическая география России*. Санкт-Петербург: Издательский дом СПбГУ, 2001. 328 с.
11. *Концепция снижения диффузного загрязнения реки Волги* / В. О. Полянин, Т. Б. Фащевская, Н. В. Кирпичникова и др. Москва, 2020. 120 с.
12. Кочуров Б. И., Родионова А. И., Семенов В. А. Оценка эколого-хозяйственного баланса Калужской области // *Проблемы региональной экологии*, 2016, № 3, с. 150-156.
13. Метод расчета внешней нагрузки на Чудско-Псковское озеро с российской территории водосбора / С. А. Кондратьев, М. М. Мельник, М. В. Шмакова и др. // *Общество. Среда. Развитие*, 2010, № 1 (14), с. 183-197.
14. Минеев В. Г. *Агрохимия: учеб.* Москва: Издательство «Колос», 2004. 720 с.
15. Минуллина А. А., Мустакимова И. В., Мавляутинова Г. С. Расчет различных показателей состояния бассейна малой реки (на примере реки Степной Зай) // *Известия Самарского научного центра РАН*, 2010, т. 12, № 1 (4), с. 963-966.
16. *Национальный атлас России. Природа и экология*. Т. 2. Москва: ГОСГИСЦЕНТР, 2004. 495 с.
17. Оценка антропогенной нагрузки на водные объекты бессточной области Обь-Иртышского междуречья / И. Д. Рыбкина, Н. В. Стоящева, Н. Ю. Курепина и др. // *Известия Российской академии наук. Серия географическая*, 2023, т. 87, № 2, с. 264-279.
18. Печканова О. В. Гидролого-генетический метод оценки потенциала загрязнения водных объектов диффузным склоновым стоком на примере Тюменского региона // *Проблемы региональной экологии*, 2012, № 1, с. 122-127.
19. Проблема снижения диффузного загрязнения водных объектов и повышение эффективности водоохранных программ / В. И. Данилов-Данильян, В. О. Полянин, Т. Б. Фащевская и др. // *Водные ресурсы*, 2020, т. 47, № 5, с. 503-514.
20. Румянцев В. А., Кондратьев С. А. *Ладога*. Санкт-Петербург, 2013. 468 с.
21. Седова Е. Ю., Рыбкина И. Д. Особенности использования водных ресурсов и оценка антропогенной нагрузки в бассейне р. Чумыш // *Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление*, 2018, № 6, с. 28-38.
22. Стоящева Н. В., Седова Е. Ю. Рассредоточенная нагрузка от животноводства на водные объекты бассейна р. Бурла // *Известия Алтайского отделения Русского географического общества*, 2019, № 4 (55), с. 16-24.

**Конфликт интересов:** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию: 11.01.2024

Принята к публикации: 20.02.2025



## Agricultural Load in the Chumysh River Basin

E. Yu. Sedova✉, I. D. Rybkina, N. Yu. Kurepina

*Institute for Water and Environmental Problems SB RAS (IWEP SB RAS),*

*Russian Federation*

*(1, Molodezhnaya Str., Barnaul, 656038)*

**Abstract.** The purpose is to assess the agricultural load in the Chumysh River basin in order to determine the geo-ecological conditions for the functioning of the water management complex under intensive agrarian development of the area.

**Materials and methods.** Based on statistical data for 2017-2021, indicators showing the degree of agricultural impact on municipalities in the river basin and on the catchment as a whole were calculated; the area was ranked and mapped according to the degree of agricultural load; a comparative analysis of direct and indirect impacts in the catchment was performed. Verification of the assessment results was carried out by means of an inventory of pollution sources (agricultural enterprises) with the use of appropriate software and space images.

**Results and discussion.** In the basin of the Chumysh River there are areas with different intensity of agricultural impact. The high degree of load is observed in Altai Krai (77 %), which is associated with intensive agricultural development of the territory. Comparative analysis of direct and indirect impacts showed that the sources of diffuse pollution prevail: agricultural lands, cattle walking places.

**Conclusion.** Under conditions of insufficient information, the proposed methodology makes it possible to assess the intensity of anthropogenic impact of agriculture on the catchment and water body, to rank the basin by the degree of load, and to identify sources of pollution of the water body and its catchment area.

**Key words:** agricultural load, indirect impact, water resources, river basin, Chumysh River.

**Funding:** The research was carried out within the framework of State Assignment No. 0306-2021-0002.

**For citation:** Sedova E.Yu., Rybkina I.D., Kurepina N.Yu. Agricultural Load in the Chumysh River Basin. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografya. Geoekologiya*, 2025, no. 1, pp.82-90. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2025/1/82-90>

### REFERENCES

1. Antropogennaya nagruzka i vliyaniye vodosbora na diffuznyy stok biogennykh elementov v krupnyy vodnyy ob'ekt (na primere vodosbora Cheboksarskogo vodohranilishcha) [Anthropogenic load and the influence of the catchment area on the diffuse runoff of biogenic elements into a large water body (using the example of the Cheboksary reservoir catchment area)]. S.V. Yasinskij, E.A. Kashutina, M.V. Sidorova i dr. *Vodnye resursy*, 2020, vol. 47, no. 5, pp. 630-648. (In Russ.)
2. Vasil'ev V.A., Filippova N.V. *Spravochnik po organicheskim udobreniyam* [Handbook of Organic fertilizers]. Moscow: Rosagropromizdat, 1988. 255 p. (In Russ.)
3. *Vodnaya strategiya Rossijskoj Federacii na period do 2020 goda: utverzhdena Pravitel'stvom RF ot 27.08.2009 g. (red. ot 17.04.2012 g.)* [The Water Strategy of the Russian Federation for the period up to 2020: approved by the Government of the Russian Federation on 08/27/2009 (as amended on 04/17/2012)]. SPS «Konsul'tant Plyus» (data obrashcheniya 20.11.2023 g.). (In Russ.)
4. *Gosudarstvennyy doklad «O sostoyanii i ob ohrane okruzhayushchej sredy v Altajskom krae v 2017 g.»* [State report «On the state and environmental protection in the Altai Territory in 2017»]. Barnaul, 2018. 150 p. (In Russ.)
5. *Gosudarstvennyy doklad «O sostoyanii i ob ohrane okruzhayushchej sredy v Altajskom krae v 2018 g.»* [State report «On the state and environmental protection in the Altai Territory in 2018»]. Barnaul, 2019. 194 p. (In Russ.)
6. *Gosudarstvennyy doklad «O sostoyanii i ob ohrane okruzhayushchej sredy v Altajskom krae v 2019 g.»* [State report «On the state and environmental protection in the Altai Territory in 2019»]. Barnaul, 2020. 200 p. (In Russ.)
7. *Gosudarstvennyy doklad «O sostoyanii i ob ohrane okruzhayushchej sredy v Altajskom krae v 2020 g.»* [State report «On the state and environmental protection in the Altai Territory in 2020»]. Barnaul, 2021. 168 p. (In Russ.)
8. *Gosudarstvennyy doklad «O sostoyanii i ob ohrane okruzhayushchej sredy v Altajskom krae v 2021 g.»* [State report «On the state and environmental protection in the Altai Territory in 2019»]. Barnaul, 2022. 186 p. (In Russ.)
9. Demin A.P. Sbroso stochnykh vod i zagryaznenie vodnykh ob'ektov v bassejne reki Volga (1990-2018 gg.) [Wastewater discharge and pollution of water bodies in the Volga River basin (1990-2018)]. *Ekologiya. Ekonomika. Informatika. Seriya: Sistemnyy analiz i modelirovanie ekonomicheskikh i ekologicheskikh sistem*, 2020, vol. 1, no. 5, pp. 138-143. (In Russ.)
10. Isachenko A.G. *Ekologicheskaya geografiya Rossii* [Ecological geography of Russia]. Saint-Petersburg: Izdatel'skiy dom SPbGU, 2001. 328 p. (In Russ.)
11. *Koncepciya snizheniya diffuznogo zagryazneniya reki Volgi* [The concept of reducing diffuse pollution of the Volga River] / V.O. Polyaniin, T.B. Fashchevskaya, N.V. Kirpichnikova, i dr. Moscow, 2020. 120 p. (In Russ.)
12. Kochurov B.I., Rodionova A.I., Semenov V.A. Ocenka ekologo-hozyajstvennogo balansa Kaluzhskoj oblasti [Assessment





of the ecological and economic balance of the Kaluga region]. *Problemy regional'noj ekologii*, 2016, no. 3, pp. 150-156. (In Russ.)

13. Metod rascheta vneshnej nagruzki na Chudsko-Pskovskoe ozero s rossijskoj territorii vodosbora [The method of calculating the external load on Lake Peipus from the Russian territory of the catchment area] / S.A. Kondrat'ev, M.M. Mel'nik, M.V. Shmakova i dr. *Obshchestvo. Sreda. Razvitie*, 2010, no. 1 (14), p. 183-197. (In Russ.)

14. Mineev V.G. *Agrokhimiya: uchebnik* [Agrochemistry: textbook]. Moscow: Izdatel'stvo «Kolos», 2004. 720 p. (In Russ.)

15. Minullina A.A., Mustakimova I.V., Mavlyautdinova G.S. Raschet razlichnykh pokazatelej sostoyaniya bassejna maloj reki (na primere reki Stepnoj Zaj) [Calculation of various indicators of the state of the small river basin (using the example of the Steppe Zai River)]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN*, 2010, vol. 12, no. 1 (4), pp. 963-966. (In Russ.)

16. *Nacional'nyj atlas Rossii. Priroda i ekologiya. T. 2.* [The National Atlas of Russia. Nature and Ecology. Vol. 2.]. Moscow: GOSGISCENTR, 2004. 495 p. (In Russ.)

17. Ocenka antropogennoj nagruzki na vodnye ob'ekty besstochnoj oblasti Ob'-Irtyskogo mezhdurech'ya [Assessment of anthropogenic load on water bodies in the drainless region of the Ob-Irtys interfluvium] / I.D. Rybkina, N.V. Stoyashcheva, N.Yu. Kurepina i dr. *Izvestiya Rossijskoj akademii nauk. Seriya geograficheskaya*, 2023, vol. 87, no. 2, p. 264-279. (In Russ.)

18. Pechkanova O.V. Gidrologo-geneticheskij metod ocenki potenciala zagryazneniya vodnykh ob'ektov diffuznym sklonovym stokom na primere Tyumenskogo regiona [A hydrological and ge-

netic method for assessing the potential of pollution of water bodies by diffuse slope runoff on the example of the Tyumen region]. *Problemy regional'noj ekologii*, 2012, № 1, p. 122-127. (In Russ.)

19. Problema snizheniya diffuznogo zagryazneniya vodnykh ob'ektov i povyshenie effektivnosti vodoohrannykh programm [The problem of reducing diffuse pollution of water bodies and improving the effectiveness of water protection programs] / V.I. Danilov-Danil'yan, V.O. Polyanin, T.B. Fashchevskaya i dr. *Vodnye resursy*, 2020, vol. 47, no. 5, pp. 503-514. (In Russ.)

20. Rumyantseva V.A., Kondrat'eva S.A. *Ladoga* [Ladoga]. Saint-petersburg, 2013. 468 p. (In Russ.)

21. Sedova E.Yu., Rybkina I.D. Osobennosti ispol'zovaniya vodnykh resursov i ocenka antropogennoj nagruzki v bassejne r. Chumysh [Features of water resources use and assessment of anthropogenic load in the Chumysh river basin]. *Vodnoe hozjajstvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravlenie*, 2018, no. 6, pp. 28-38. (In Russ.)

22. Stoyashcheva N.V., Sedova E.Yu. Rassredotochennaya nagruzka ot zhivotnovodstva na vodnye ob'ekty bassejna r. Burla [The dispersed load from animal husbandry on the water bodies of the Burla river basin]. *Izvestiya Altajskogo otdeleniya Russkogo geograficheskogo obshchestva*, 2019, no. 4 (55), pp. 16-24. (In Russ.)

**Conflict of interests:** The authors declare no information of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Received: 11.01.2024

Accepted: 20.02.2025

Седова Евгения Юрьевна

Младший научный сотрудник лаборатории водных ресурсов и водопользования ИВЭП СО РАН, г. Барнаул, Российская Федерация, ORCID: 0000-0003-0566-9267, e-mail: zhenya\_sedova@mail.ru

Рыбкина Ирина Дмитриевна

Доктор географических наук, доцент, ведущий научный сотрудник зав. лабораторией водных ресурсов и водопользования ИВЭП СО РАН, г. Барнаул, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-0081-9652, e-mail: irina.rybkina@mail.ru

Курепина Надежда Юрьевна

Кандидат географических наук, старший научный сотрудник лаборатории водных ресурсов и водопользования ИВЭП СО РАН, г. Барнаул, Российская Федерация, ORCID: 0000-0001-9871-5976, e-mail: nyukurepina@mail.ru

Evgeniya Yu. Sedova

Junior Researcher at the Laboratory of Water Resources and Water Management, Institute for Water and Environmental Problems of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Barnaul, Russian Federation, ORCID: 0000-0003-0566-9267, e-mail: zhenya\_sedova@mail.ru

Irina D. Rybkina

Dr. Sci. (Geogr.), Assoc. Prof., Leading Researcher, Head of the Department Laboratory of Water Resources and Water Management, Institute for Water and Environmental Problems of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Barnaul, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-0081-9652, e-mail: irina.rybkina@mail.ru

Nadezhda Yu. Kurepina

Cand. Sci. (Geogr.), Senior Researcher at the Laboratory of Water Resources and Water Management, Institute for Water and Environmental Problems of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Barnaul, Russian Federation, ORCID: 0000-0001-9871-5976, e-mail: nyukurepina@mail.ru