

УДК 631.6

**И. В. Орлова**

Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук, Барнаул, Российская Федерация

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ПРИГОДНОСТИ ТЕРРИТОРИИ ОБЬ-ИРТЫШСКОГО БАСЕЙНА ДЛЯ РАЗВИТИЯ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Целью исследования является разработка методических подходов к оценке пригодности территории Обь-Иртышского бассейна для развития орошаемого земледелия. В работе использованы материалы Департамента мелиорации Министерства сельского хозяйства Российской Федерации по наличию орошаемых земель за 2013–2014 гг. и база данных Института водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук. Изучены закономерности современного распространения очагов орошаемого земледелия на территории Обь-Иртышского бассейна. Установлено, что наиболее крупные зоны орошения сосредоточены в шести природных провинциях: Южноприамурской, Кулундинской, Южнобарабинской, Западнобарабинской, Ишимской и Верхнеобской. Проанализированы основные природно-мелиоративные условия, характерные для данных провинций, которые лимитируют развитие здесь широкомащтабных ирригационных систем. На основе эколого-ландшафтного подхода и анализа существующих научных исследований в данной области выявлены и систематизированы основные критерии для оценки пригодности территории для орошения на уровне местностей и групп урочищ с учетом геоэкологических ограничений. Выделено четыре категории пригодности территории: наиболее пригодные; ограниченно пригодные; слабо пригодные и абсолютно непригодные. Предложенный методический подход позволяет выявлять наиболее устойчивые к ирригационным воздействиям земли и оценивать ирригационно-ресурсный потенциал территории с позиций эколого-ландшафтного подхода, что, в свою очередь, способствует предотвращению развития негативных экологических процессов в природных системах при оросительных мелиорациях.

Ключевые слова: орошаемое земледелие, критерии, геоэкологические ограничения, пригодность территории, Обь-Иртышский бассейн.

**I. V. Orlova**

Institute for Water and Environmental Problems of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Barnaul, Russian Federation

## **METHODOLOGICAL APPROACHES TO ASSESSMENT OF THE OB-IRTYSH BASIN AVAILABILITY FOR IRRIGATED AGRICULTURAL DEVELOPMENT**

The aim of the study is to develop methodological approaches for assessing the availability of the Ob-Irtysh basin for the development of irrigated agriculture. The data of the Department of Land Reclamation Ministry of Agriculture of the Russian Federation on the availability of irrigated lands in 2013–2014 and database of the Institute of Water and Ecological Problems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences were used. The regularities of the current spreading of irrigated agriculture centers on the territory of the Ob-Irtysh basin were studied. It was found out that the largest irrigated areas are concentrated in six natural provinces: Yuzhnopriamurskaya, Kulunda, Yuzhnobarabinskaya, Zapadnobarabinskaya, Ishim and Verhneobskaya. The main natural and reclamation conditions typical for these provinces, which limit the development of large-scale irrigation systems were analyzed. On the basis of

ecological and landscape approach and analysis of the existing research in this field the main criteria for assessing the availability of areas for irrigation at the terrain level and the natural boundaries level taking into account geo-ecological constraints were selected and systematized. The four categories of available areas are selected: the most available; limitedly available; slightly available and absolutely unavailable. The proposed methodological approach allows to identify the most sustainable to irrigation effects lands and to assess irrigation and resource potential of the area from the point of ecological and landscape approach, which, in turn, helps to prevent the negative ecological processes in natural systems at irrigation reclamation.

Keywords: irrigated agriculture, criteria, geo-ecological constraints, territory availability, the Ob-Irtysh basin.

**Введение.** Устойчивое и эффективное развитие сельского хозяйства, ведущегося в засушливых природно-климатических условиях степной и лесостепной зон Обь-Иртышского бассейна, невозможно без использования ирригации. Требования повышения продуктивности и производительности труда в аграрной отрасли в целях обеспечения продовольственной безопасности нашей страны предопределяют необходимость расширения и реконструкции уже имеющихся сегодня площадей орошаемого земледелия. Для этих целей требуется изучение ирригационно-ресурсного потенциала территории, в частности, пригодности земель для орошения. Поэтому разработка методики такой оценки, основанной на эколого-ландшафтном подходе, позволяющем учитывать не только климатические, гидрогеологические, почвенные показатели, но и геоэкологические ограничения, представляется весьма актуальной.

Цель исследования заключается в разработке методических подходов к оценке пригодности территории Обь-Иртышского бассейна для орошаемого земледелия на основе системы критериев, позволяющих определять геоэкологические ограничения и допустимые пределы развития ирригационных систем.

**Материалы и методы.** Для расчетов использованы материалы Департамента мелиорации Министерства сельского хозяйства Российской Федерации по наличию орошаемых земель за 2013–2014 гг.

Для анализа природно-мелиоративных условий провинций Обь-

Иртышского бассейна (ОИБ) использовалась база данных ИВЭП СО РАН (Института водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук). В качестве основы для определения границ природных провинций и подпровинций ОИБ взята схема физико-географического районирования, разработанная в ИВЭП СО РАН [1].

Основными методами исследования являются сравнительный, аналитический, картографический, а также метод аналогов и системного анализа.

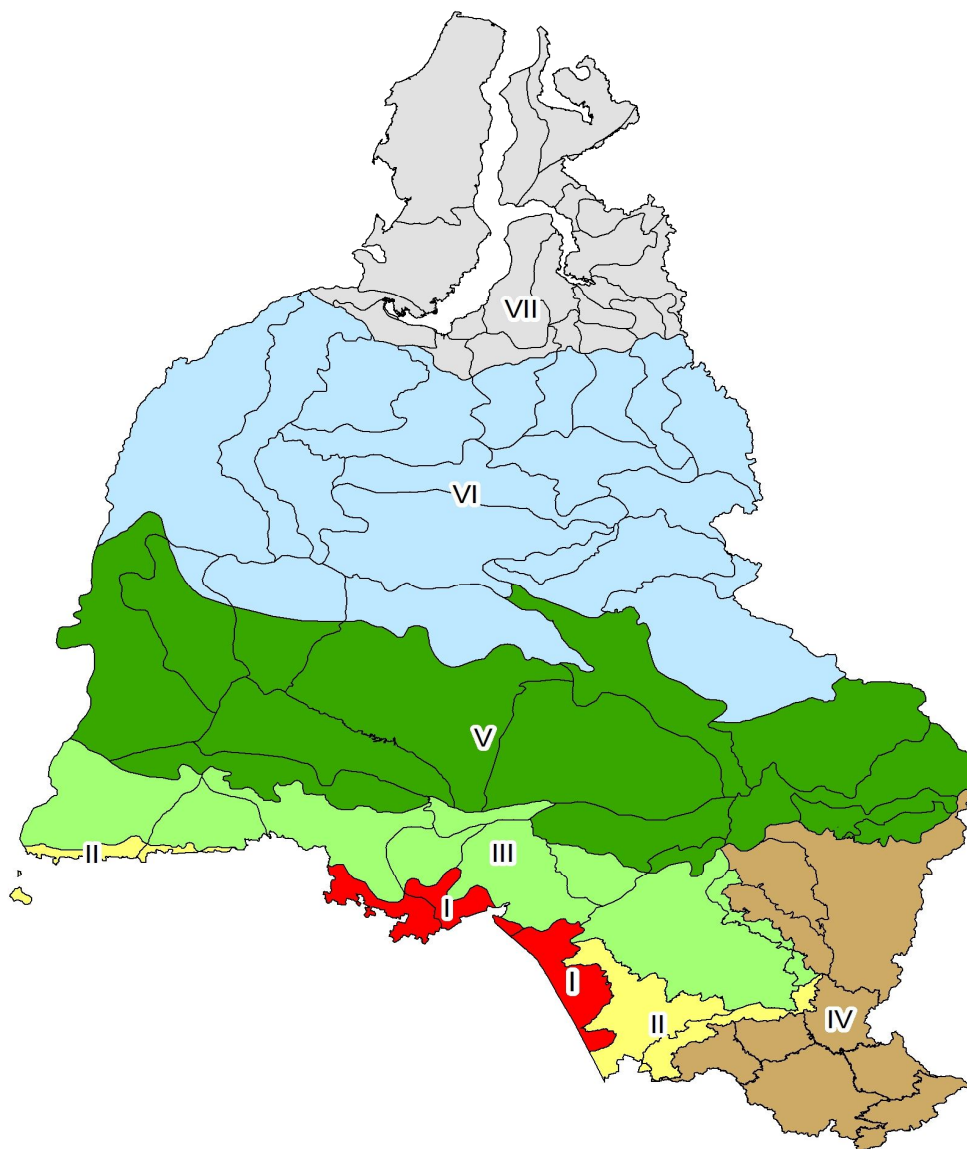
**Результаты исследования.** Анализ существующих научных подходов позволил выявить природные зоны и провинции ОИБ, в которых различными учеными на основе оценки ряда показателей и ограничений было рекомендовано развитие орошаемого земледелия.

Так, В. С. Мезенцевым, О. В. Мезенцевой и другими было проведено гидролого-климатическое районирование изучаемой территории и выделены главные гидролого-климатические рубежи, разделяющие области избыточного и недостаточного увлажнения [2, 3].

При этом установлено, что «рубеж оптимального соотношения тепла и влаги пространственно выражается изолинией единичного значения коэффициента увлажнения, нулевого дефицита увлажнения и влажности почвы в долях наименьшей влагоемкости, равной единице» и является верхним пределом оптимального увлажнения для большинства сельхозкультур, а нижнему пределу соответствуют изолинии коэффициентов увлажнения 0,65 и влажности почвы 0,60 [3, с. 159–160].

Таким образом, исходя из этих величин, можно утверждать, что с гидролого-климатической точки зрения северная граница зоны, наиболее целесообразной для развития орошаемого земледелия в ОИБ, в засушливые годы проходит по зоне северной лесостепи, а во влажные годы – по зоне средней лесостепи. К такому же выводу приводят и результаты эколого-мелиоративного районирования Западно-Сибирской равнины, выполненные на основе генетико-морфологического подхода, которые позволяют опреде-

лить северную границу областей активного водосолеобмена с преобладанием привноса солей над их выносом и недостаточно увлажненными почвогрунтами [4]. На основе изученных данных определены гидролого-мелиоративные зоны Обь-Иртышского бассейна [1–4] (рисунок 1).



I – зона постоянно недостаточного увлажнения (сухая степь); II – зона недостаточного увлажнения в средние и сухие годы (степь и южная лесостепь); III – зона переменного увлажнения в средние и сухие годы, оптимального увлажнения во влажные годы (центральная и северная лесостепь); IV – Алтае-Саянская зона переменного увлажнения; V – зона оптимального сочетания тепла и влаги в средние и среднесухие годы (южная тайга, смешанные и мелколиственные леса); VI – зона избыточного увлажнения в средние и влажные годы (северная и средняя тайга); VII – зона постоянно избыточного увлажнения (тундра и лесотундра)

**Рисунок 1 – Гидролого-мелиоративные зоны Обь-Иртышского бассейна (разработано по данным [1–4])**

Севернее выявленных границ развивать орошаемое земледелие уже нецелесообразно и неэффективно, что и подтверждается современным распространением орошаемых земель только до Североприаргинской природной провинции (юг Томской области).

Результаты исследований инженерно-гидрогеологических условий развития орошаемого земледелия, а также гидрогеолого-мелиоративное районирование Алтайского края, Новосибирской, Омской и Кемеровской областей в масштабе 1:500000 [5–8] позволили выявить территории ОИБ с простыми, сложными либо непригодными для орошения условиями.

По совокупности таких факторов, как литология, рельеф, мощность зоны аэрации, гидрология, влияющих на просадочность пород, к сложным отнесены Приобская и Присалаирская области развития возвышенных грядово-увалисто-лощинных или полого-увалистых среднечетвертичных равнин разного генезиса, сложенных песчаными, глинистыми и лессовыми породами. Благоприятными являются Тобольская, Ишимская, Кулундинская и Верхнеобская области развития низких, плоских позднечетвертичных террас долин крупных рек и среднечетвертичные аллювиальные равнины, которые представлены преимущественно песчаными и глинистыми породами [9].

Более крупномасштабные почвенные исследования, основанные на географическом, генетическом и агрохимическом подходах [10–15], способствовали изучению особенностей водных свойств почв, закономерностей удержания и движения почвенной влаги, доступности ее растениям, выявлению групп почв ОИБ однотипных в ирригационном отношении и, таким образом, существенно дополнили и детализировали критерии и ограничения пригодности земель для орошаемого земледелия (таблица 1).

Значительный вклад в оценку пригодности земель для развития орошаемого земледелия внесли также исследования ландшафтной структуры,

геоморфологических условий, водно-ресурсного и природно-ресурсного потенциала изучаемой территории [1, 16–18].

Проведенный нами анализ современного распространения орошаемых земель на территории ОИБ позволил выявить специфику их размещения и локализации по природным провинциям и гидролого-климатическим зонам (рисунок 1, таблица 2).

**Таблица 1 – Основные ирригационные группы почв ОИБ**

Ирригационная группа почв	Почвы ОИБ
1 Наиболее благоприятные	Каштановые почвы и черноземы южные супесчаного механического состава на относительно повышенных слаборасчлененных пространствах степной зоны и легких по гранулометрическому составу незасоленных породах вне связи с грунтовыми водами, залегающими на глубине более 5–10 м
2 Условно благоприятные (неустойчивые к ненормированным поливам)	Каштановые почвы и черноземы южные легкосуглинистого (реже супесчаного) механического состава грив и плоских гривообразных повышений Северо-Кулундинской и Прииртышской равнин, характеризующиеся высокой водопроницаемостью и малой водоудерживающей способностью. Черноземы оподзоленные, выщелоченные, обыкновенные и южные среднесуглинистого гранулометрического состава на обширных водораздельных пространствах Приобского плато и грив Барабинской равнины с удовлетворительными водно-физическими и мелиоративными свойствами, но развивающиеся на почвенно-грунтовой толще, предрасположенной к просадочным явлениям
3 Неблагоприятные (слабо пригодные)	Лугово-черноземные и серые суглинистые почвы. Черноземы выщелоченные, обыкновенные, южные тяжелосуглинистого, глинистого, песчано-иловатого гранулометрического состава, развитые на маломощных и неоднородных по составу четвертичных отложениях, в которых тяжелые суглинки сменяются с глубиной опесчаненными средними и легкими суглинками и даже супесями; отличаются очень малой влагопроницаемостью, влагоотдачей, низкой пористостью аэрации. Приурочены к приречным массивам, тянущимся вдоль рек Иртыша, Оми, Ишима, Тобола, а также составляющие основной фон типичной и колючей степи, расположенной к западу от Иртыша
4 Непригодные	Солончаки, солонцы, солоды, лугово-болотные, болотные (в том числе торфяные), подзолисто-глеевые, торфяно-подзолисто-глеевые, дерново-лесные и серые с легким гранулометрическим составом почвы, все сильно-солонцеватые или солонцовые почвы. Черноземы южные и обыкновенные карбонатные, некарбонатные, остаточные карбонатные, засоленные, имеющие в основном тяжелосуглинистый гранулометрический состав с высоким содержанием ила и физической глины

**Таблица 2 – Распространение орошаемых земель по природным зонам и провинциям ОИБ (2013–2014 гг.)**

Провинция	Наличие орошаемых земель, тыс. га	Из них фактически поли-то, тыс. га	Провинция	Наличие орошаемых земель, тыс. га	Из них фактически поли-то, тыс. га
<b>I Зона постоянно недостаточного увлажнения (сухая степь)</b>					
Южнобарабинская	18,571	8,782	Североказахстанская	25,000	1,000
Кулундинская	40,976	9,384	Теке-Кызылкакская	9,580	4,348
			Итого по зоне	94,127	23,514
<b>II Зона недостаточного увлажнения в средние и сухие годы (степь и южная лесостепь)</b>					
Южноприалейская	40,645	10,313	Тобол-Убаганская	3,800	3,800
Предалтайская	4,218	0,000	Итого по зоне	48,663	14,113
<b>III Зона переменного увлажнения в средние и сухие годы, оптимального увлажнения во влажные годы (центральная и северная лесостепь)</b>					
Зауральская	3,526	0,000	Барабинская	3,472	0,954
Северопредтургайская	1,475	0,280	Восточнобарабинская	0,921	0,921
Ишимская	16,213	7,926	Верхнеобская	27,539	6,532
Западнобарабинская	15,111	5,316	Северобарабинская	1,341	0,000
			Итого по зоне	69,598	21,929
<b>IV Алтай-Саянская зона переменного увлажнения</b>					
Центрально-Алтайская	1,936	0,000	Кузнецкая межгорно-котловинная	19,342	2,573
Юго-Восточная Алтайская	2,171	2,171	Кузнецко-Алатауская	1,789	0,427
Салаирская	0,601	0,000	Итого по зоне	25,839	5,171
<b>V Зона оптимального сочетания тепла и влаги в средние и среднесухие годы (южная тайга, смешанные и мелколиственные леса)</b>					
Южноприаргинская	0,112	0,000	Вьюновская	1,354	0,000
Туринская	0,972	0,000	Североприаргинская	2,419	0,050
Ашлыкская	0,572	0,000	Итого по зоне	5,429	0,050

Как видно из таблицы 2, наиболее крупные массивы фактически орошаемого земледелия ОИБ сосредоточены именно в признанных наиболее пригодных для его развития провинциях: Южноприалейской, Кулундинской, Южнобарабинской, Западнобарабинской, Ишимской и Верхнеобской. Также довольно большие очаги орошения имеются в межгорных котловинах Юго-Восточной Алтайской и Кузнецкой межгорно-котловинной про-

винциях. Для всех этих территорий характерны схожие природно-мелиоративные условия: выраженная засушливость климата в вегетационный период, равнинный рельеф, наличие пригодных для орошения почв и водных ресурсов, что и предопределило формирование здесь крупных очагов орошаемого земледелия.

Однако недоучет на практике сложности и неоднородности территориальной структуры совместно с несоблюдением оросительных норм и технологий поливов привели к прогрессирующим экологическим проблемам на орошаемых землях: засолению, подтоплению почв, просадке почвогрунтов, подъему засоленных грунтовых вод и, вследствие этого, выбытию многих ценных сельхозугодий из использования.

Длительные наблюдения за изменением черноземов под влиянием орошения показали, что в подавляющем числе случаев (более 90 %) оказывается отрицательное воздействие на общее состояние черноземов [19], и существующая сегодня практика их вовлечения в ирригационное использование требует своего кардинального пересмотра.

Приходит и понимание того, что в лесостепной зоне ОИБ нецелесообразно широкое площадное распространение орошаемого земледелия на регулярной основе. Здесь более оправдано применение циклического орошения на небольших по площади участках территории.

Сложившаяся ситуация привела к пониманию необходимости ужесточения экологических критериев и ограничений, используемых как для оценки пригодности земель под орошение, так и регулирования функционирования ирригационных систем.

Рядом ученых были разработаны и предложены более жесткие критерии и нормативы, ограничивающие область благоприятного экологического состояния почв и земель при ирригационном воздействии, а также определяющие их пригодность к различным способам и режимам орошения [20–24].

Таким образом, следует констатировать, что в настоящее время про-



исходит переосмысление с экологических позиций пригодности земель под орошение даже на признанных ранее благоприятными территориях.

В каждой из природных провинций ОИБ вследствие неоднородности ее территории и сложности природно-мелиоративных условий для развития широкомасштабного орошаемого земледелия имеется ряд лимитирующих ограничений, которые необходимо учитывать с целью предотвращения негативных экологических процессов в природных системах.

Так, в условиях Кулундинской и Барабинской провинций пристальное внимание следует уделять учету слабой естественной дренированности территории, близкому залеганию минерализованных грунтовых вод, гривному или плоско-западинному рельефу, наличию засоленных почв и пород.

Для Верхнеобской провинции наиболее важные ограничивающие факторы – значительная расчлененность и сильные уклоны большей части территории, преобладание в составе подстилающих пород рыхлых лессовидных суглинков, способствующих развитию просадочных явлений.

Ишимская провинция характеризуется очень слабой естественной дренированностью территории, развитием рельефа с микро- и мезопонижениями, тяжелым гранулометрическим составом покровных почвообразующих четвертичных отложений с неглубоким подстиланием толщей водоупорных, как правило, засоленных глин и близким к поверхности залеганием минерализованных грунтовых вод.

Поэтому в целях более полного и детального учета всех факторов, влияющих на пригодность земель для орошаемого земледелия, на основе эколого-ландшафтного подхода и анализа существующих научных исследований в этой области [19, 22–35] нами были разработаны оценочные шкалы ландшафтных и почвенных показателей (таблицы 3 и 4).

Такой подход позволяет на основе нескольких основных ландшафтных критериев (таблица 3) достаточно оперативно выявлять непригодные либо пригодные для орошения крупные массивы земель (на уровне мест-

ностей). Вторая же группа почвенных критериев (таблица 4) позволяет детализировать и выявлять более мелкие ареалы пригодных для орошения земель (на уровне урочищ или групп урочищ).

**Таблица 3 – Ландшафтные критерии оценки пригодности использования земель для орошаемого земледелия**

Показатель	Использование допустимо		Использование недопустимо	
	Наиболее пригодные (1 категория)	Ограниченно пригодные с низким риском развития негативных процессов (2 категория)	Слабо пригодные с высоким риском развития негативных процессов (3 категория)	Абсолютно непригодные (4 категория)
Гидротермический коэффициент	< 0,6	0,6–1,0	1,0–1,1	> 1,1
Коэффициент увлажнения Н. Н. Иванова	< 0,6	0,6–0,9	0,9–1,1	> 1,1
Мощность зоны аэрации, м	> 30	20–30	10–20	< 10
Естественная дренажность территории (величина подземного оттока грунтовых вод), мм/год	> 300 (хорошо дренированные)	150–300 (слабодренированные)	50–150 (весьма слабодренированные)	< 50 (дренированность отсутствует)
Геохимическое положение ландшафта	Элювиальное	Трансэлювиальное	Аккумулятивное, трансаккумулятивное, транзитное	Аккумулятивное, трансаккумулятивное, транзитное
Уклон поверхности, градус	< 0°15′	0°15′–1°30′	1°30′–3°	> 3°
Тип рельефа	Плоский	Слабополгий, пологий	Пологонаклонный	Наклонный, холмистый
Степень горизонтального расчленения рельефа, км/км <sup>2</sup>	< 0,5	0,6–1,0	1,0–1,5	> 1,6
Глубина залегания уровня грунтовых вод и верховодки, м	> 6,0	3,0–6,0	1,5–3,0	< 1,5
Степень минерализации грунтовых вод, г/дм <sup>3</sup> (по плотному остатку)	< 1	1–3	3–5	> 5
Напорность грунтовых вод	Отсутствует	Проявляется только в понижениях рельефа	Присутствует повсеместно	Присутствует повсеместно
Минерализация поливных вод, г/дм <sup>3</sup>	< 0,5–0,7	0,7–1,0	1,0–1,5	> 1,5

**Таблица 4 – Почвенные критерии оценки пригодности использования земель для орошаемого земледелия**

Показатель	Использование допустимо		Использование недопустимо	
	Наиболее пригодные (1 категория)	Ограниченно пригодные с низким риском развития негативных процессов (2 категория)	Слабо пригодные с высоким риском развития негативных процессов (3 категория)	Абсолютно непригодные (4 категория)
1	2	3	4	5
Характер гидроморфности почв	Автоморфные	Полугидроморфные	Гидроморфные	Сильногидроморфные
Запасы гумуса в слое 0–20 см, т/га	> 150	100–150	50–100	< 50
Общее содержание гумуса в минеральном профиле почв, %	> 5	2–5	1–2	< 1
Тип гумуса, $C_{гк} : C_{фк}$	> 2,0 (гуматный)	1,0–2,0 (фульватно-гуматный)	0,5–1,0 (гуматно-фульватный)	< 0,5 (фульватный)
Мощность органогенного (гумусово-аккумулятивного) горизонта, см	> 26	10–25	3–9	< 3
Гранулометрический состав почвы	Легкосуглинистые, среднесуглинистые	Супесчаные, тяжелосуглинистые	Глинистые, песчаные	Глинистые, песчаные
Каменистость почвы, $m^3/га$	Отсутствует	< 50	50–100	> 100
Влагоемкость (наименьшая влагоемкость), % сухой массы почвы	> 30	25–30	10–25	< 10
Содержание агрегатов 0,25–10,00 мм, % от массы воздушно сухой почвы (по методу Саввинова):				
- при сухом просеивании	60–80	40–60	20–40	< 20; > 80
- при мокром просеивании	40–70	30–40	20–30	< 20; > 70
Сумма водопрочных агрегатов более 0,25 мм, %	40–75	30–40	20–30	< 20 > 75
Водопроницаемость почвы, мм/мин	> 0,8	0,5–0,8	0,3–0,5	< 0,3
Равновесная плотность сложения почв, $г/см^3$	0,9–1,3	1,3–1,5	1,5–1,6	> 1,6
Общая пористость почвы, % от объема	50–65	45–50	40–45	< 40
Порозность почв, %	0,55–0,65	0,50–0,55	0,40–0,50	< 0,40

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5
Кислотность почвенного раствора (рН вод.)	5,5–7,0 (нейтральная и близкая к нейтральной)	5,0–5,5 (слабокислая); 7,0–7,5 (слабощелочная)	4,5–5,0 (кислая); 7,5–8,5 (щелочная)	< 4,5 (сильнокислая); > 8,5 (сильнощелочная)
Содержание водорастворимых солей в почве (в среднем для слоя 0–100 см), % по сухому остатку	< 0,25	0,25–0,40	0,40–0,70	> 0,70
Содоустойчивость, ммоль (экв.)/100 г почвы	> 50	20–50	10–20	< 10
Токсичная щелочность ( $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+} + \text{Na}^+ + \text{Mg}^{2+}$ ), ммоль (экв.)/100 г почвы	< 0,7	0,7–1,0	1,1–1,6	> 1,6

При этом нами были учтены более строгие научно обоснованные геоэкологические ограничения.

Таким образом, к первой и второй категориям земель отнесены такие ландшафты, свойства и функции которых предопределяют их относительную устойчивость к ирригационному воздействию и допускают их длительное использование в орошаемом земледелии при условии соблюдения всех необходимых мелиоративных регламентов и режимов.

К третьей категории отнесены признанные ранее пригодными для орошения ландшафты, отличающиеся весьма слабо устойчивыми к ирригационному воздействию свойствами и характеристиками. Их использование для развития орошаемого земледелия следует признать недопустимым вследствие высокого риска развития необратимых негативных экологических процессов.

К четвертой категории отнесены ландшафты, свойства и функции которых абсолютно неприемлемы для использования в орошаемом земледелии.

Данная система показателей была апробирована на примере Благо-

вещенского района Алтайского края, что позволило выявить наиболее пригодные для развития орошаемого земледелия ландшафты (на уровне групп урочищ) и создать основу для дальнейшей оценки ирригационно-ресурсного потенциала его территории.

**Выводы.** С помощью предложенной системы показателей оценка пригодности использования территории для развития орошаемого земледелия осуществляется с позиций системного эколого-ландшафтного подхода, что позволяет учитывать основные геоэкологические ограничения и предотвращать развитие негативных экологических процессов в природных системах.

Данная оценка является важным этапом научного исследования по выявлению перспективных территорий ОИБ с наиболее высоким ирригационно-ресурсным потенциалом. Выявление таких территорий и развитие на них экологоприемлемых ирригационных систем будет способствовать более устойчивому и эффективному функционированию сельского хозяйства.

### **Список использованных источников**

1 Винокуров, Ю. И. Ландшафтная индикация в эколого-географических исследованиях: монография / Ю. И. Винокуров, Ю. М. Цимбалеи; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т водных и экологических проблем. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2016. – 258 с.

2 Мезенцев, В. С. Гидролого-климатические основы проектирования гидромелиораций / В. С. Мезенцев. – Омск: ОмСХИ, 1993. – 128 с.

3 Мезенцева, О. В. Метод выделения зоны хозяйственного оптимума увлажнения / О. В. Мезенцева // География и природные ресурсы. – 2009. – № 1. – С. 159–162.

4 Эколого-мелиоративное районирование Западно-Сибирской равнины / В. Н. Михайличенко, Т. Н. Елизарова, В. А. Казанцев, Л. А. Магаева // Сибирский экологический журнал. – 1995. – № 1. – С. 23–37.

5 Кучин, М. И. Подземные воды Обь-Иртышского бассейна (в границах Новосибирской области, Алтайского края и Омской области) / М. И. Кучин. – М. – Л.: Гостоптехиздат, 1940. – Вып. 16. – 306 с.

6 Абрамович, Д. И. Воды Кулундинской степи / Д. И. Абрамович. – Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1960. – 214 с.

7 Бейром, С. Г. Особенности подземных вод по географическим зонам Западной Сибири / С. Г. Бейром // География Сибири в условиях научно-технического прогресса. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1975. – 155 с.

8 Акуленко, Ю. Н. Инженерно-гидрогеологические условия мелиорации на юге Сибири / Ю. Н. Акуленко. – Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 1985. – 128 с.

9 Трофимов, В. Т. Основные общерегиональные особенности инженерно-геологических условий / В. Т. Трофимов // Кайнозойские отложения, почвы, мерзлотные и инженерно-геологические условия Западной Сибири: науч. изд-е. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – С. 112–119.

10 Агрофизическая характеристика почв Западной Сибири / отв. ред. В. Н. Панфилов. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1976. – 544 с.

11 Панфилов, В. П. Поведение влаги в почвах и вопросы их орошения / В. П. Панфилов, Н. И. Чащина // Мелиоративные и водохозяйственные проблемы Сибири. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1989. – С. 102–108.

12 Панфилов, В. П. Проблемы ирригационного освоения земель Южно-Омской оросительной системы / В. П. Панфилов // Мелиорация и водное хозяйство. – 1992. – № 3–4. – С. 9–11.

13 Шапорина, Н. А. К вопросу о стратегии и тактике орошения черноземов в Западной Сибири / Н. А. Шапорина, А. А. Танасиенко // Сибирский экологический журнал. – 2005. – № 5. – С. 801–807.

14 Зайдельман, Ф. Р. Генезис и экологические основы мелиорации почв и ландшафтов / Ф. Р. Зайдельман. – М.: КДУ, 2009. – 720 с.

15 Семендяева, Н. В. Влияние сельскохозяйственного использования на свойства почв Западной Сибири / Н. В. Семендяева. – Новосибирск: Новосиб. гос. аграр. ун-т; СибНИИ земледелия и химизации сельского хоз-ва, 2011. – 168 с.

16 Барышников, Г. Я. Геоморфология гор и предгорий / Г. Я. Барышников, С. Г. Платонова, В. П. Чичагов // Геоморфология. – 2003. – № 1. – С. 108–109.

17 Заносова, В. И. Водно-ресурсный потенциал Западно-Сибирского региона и его роль в устойчивом развитии мелиоративно-водохозяйственных систем АПК (на примере Алтайского края): автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.02 / Заносова Валентина Ивановна. – Барнаул, 2011. – 35 с.

18 Отто, О. В. Структурный анализ интегрального природно-ресурсного потенциала территории / О. В. Отто, Г. Я. Барышников // Известия Алтайского гос. ун-та. – 2002. – № 3. – С. 57–60.

19 Турсина, Т. В. Микроморфологическая диагностика устойчивости черноземов при орошении / Т. В. Турсина // Бюллетень Почвенного института им. В. В. Докучаева. – 2014. – Вып. 76. – С. 52–73.

20 Айдаров, И. П. Орошение и предупреждение засоления почв / И. П. Айдаров // Мелиорация и водное хозяйство. – 1994. – № 3. – С. 31–34.

21 Парфенова, Н. И. Экологические принципы регулирования гидрогеохимического режима орошаемых земель / Н. И. Парфенова, Н. М. Решеткина; под ред. Б. Б. Шумакова. – СПб.: Гидрометеиздат, 1995. – 360 с.

22 Зонирование территории при организации и устройстве орошаемых агроландшафтов / Т. В. Папаскири, А. Ю. Сошников, А. В. Шуравилин, Б. Е. Бондарев // Агро XXI. – 2012. – № 4–6. – С. 24–27.

23 Кузнецова, И. В. Нормативы изменения физических свойств пахотных черноземов лесостепной зоны Европейской России в условиях интенсивного сельскохозяйственного использования / И. В. Кузнецова, В. Ф. Уткаева, А. Г. Бондарев // Почвоведение. – 2014. – № 1. – С. 71–81.

24 Комплекс мероприятий, направленных на сохранение и восстановление почвенного плодородия при циклическом орошении сельскохозяйственных культур в Волгоградской области / В. Н. Щедрин [и др.]; под ред. В. Н. Щедрина. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2015. – 76 с.

25 Качинский, Н. А. Физика почвы / Н. А. Качинский. – М.: Высшая школа, 1965. – Ч. 1. – 323 с.

26 Зайдельман, Ф. Р. Мелиорация почв / Ф. Р. Зайдельман. – М.: Изд-во МГУ, 1996. – 384 с.

27 Магаева, Л. А. Мелиорируемая толща почв и пород Приобья: строение и особенности функционирования / Л. А. Магаева. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2000. – 111 с.

28 Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий / под ред. В. И. Кирюшина. – М.: Росинфорагротех, 2005. – 794 с.

29 Методы оценки и прогноза агроклиматических и почвенных показателей в агроландшафтах / В. М. Гончаров [и др.]. – Владимир: Рост, 2010. – 172 с.

30 Безруких, В. А. Агроприродный потенциал Приенисейской Сибири: оценка и хозяйственное использование / В. А. Безруких. – СПб., 2011. – 40 с.

31 Кленов, Б. М. К вопросу об экологической устойчивости в современном учении о почвенном гумусе / Б. М. Кленов // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2012. – Т. 2. – № 3. – С. 148–152.

32 Рожков, В. А. Опыт разработки национальной системы оценки пригодности земель / В. А. Рожков // Бюллетень Почвенного института им. В. В. Докучаева. – 2014. – Вып. 76. – С. 33–51.

33 Критерии оценки компонентов агроландшафта, обеспечивающих экологическую устойчивость орошаемой территории / Л. Г. Романова, В. А. Шадских, В. Е. Кизжаева, А. Г. Лапшова // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2015. – № 1(57). – С. 180–185.

34 Руководство по контролю и регулированию почвенного плодородия орошаемых земель / под ред. В. Н. Щедрина; МСХ РФ, ФГБНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск, 2015. – 141 с.

35 Эволюционные тренды в геохимии степных почв при их длительном земледельческом использовании / Ф. Н. Лисецкий, О. А. Маринина, В. И. Пичура, Ж. А. Буряк, Е. Я. Воробьева // Российская сельскохозяйственная наука. – 2016. – № 5. – С. 32–36.

## References

1 Vinokurov Yu.I., Tsimbalei Yu.M., 2016. *Landshaftnaya indikatsiya v ekologo-geograficheskikh issledovaniyakh: monografija* [Landscape display in eco-geographical investigation: monograph]. Russian Academy of Sciences, Siber department, Institute of Water and Ecological Problems. Novosibirsk, “Geo” Publ., 258 p. (In Russian).

2 Mezentsev V.S., 1993. *Gidrologo-klimaticheskie osnovy proektirovaniya gidromelioratsiy* [Hydrological and climatic design basis of hydrotechnology]. Omsk, OmSKHI, 128 p. (In Russian).

3 Mezentseva O.V., 2009. *Metod vydeleniya zony khozyaystvennogo optimuma uvlazhneniya* [Differentiation method of the economic moisture optimum zone]. *Geografiya i prirodnye resursy* [Geography and Natural Resources], no. 1, pp.159-162. (In Russian).

4 Mikhailichenko V.N., Elizarova T.N., Kazantsev V.A., Magaeva L.A., 1995. *Ekologo-meliorativnoe rayonirovanie Zapadno-sibirskoy ravniny* [Environmental and reclamation zoning of the West Siberian Plain]. *Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal* [Siberian Ecological Journal], no. 1, pp. 23-37. (In Russian).

5 Kuchin M.I., 1940. *Podzemnye vody Ob-Irtyshskogo basseyna (v granitsakh Novosibirskoy oblasti)* [Ob-Irtysh basin groundwater (within the Novosibirsk Region, the Altai Territory and Omsk region boundaries)]. Moscow, Leningrad, Gostoptekhizdat Publ., vol. 16, 306 p. (In Russian).

6 Abramovich D.I., 1960. *Vody Kulundinskoy stepi* [Kulunda Steppe Waters]. Novosibirsk, Academy of Sciences of the USSR Publ., 214 p. (In Russian).

7 Beirom S.G., 1975. *Osobennosti podzemnykh vod po geograficheskim zonam Zapadnoy Sibiri* [Groundwater features by geographical area of Western Siberia]. *Geografiya Sibiri v usloviyakh nauchno-tekhnicheskogo progressa* [Geography of Siberia under condi-

tions of scientific and technological progress]. Novosibirsk, Nauka. Sib. Department, 155 p. (In Russian).

8 Akulenko Yu.N., 1985. *Inzhenerno-gidrologicheskie usloviya melioratsii na yuge Sibiri* [Reclamation Engineering-hydrological conditions of reclamation in the south of Siberia]. Krasnoyarsk, Krasnoyarsk University Publ., 128 p. (In Russian).

9 Trofimov V.T., 1980. *Osnovnye obshcheregionalnye osobennosti inzhenerno-geologicheskikh usloviy* [Key region-wide features of engineering-geological conditions]. *Kaynozoyские отложения, почвы, мерзлотные и инженерно-геологические условия Западной Сибири: научное издание* [Cenozoic sediments, soils, permafrost and geotechnical conditions of Western Siberia: scientific. ed]. Moscow, MGU Publ., pp. 112-119. (In Russian).

10 Panfilov V.N., 1976. *Agrokhimicheskaya kharakteristika pochv Zapadnoy Sibiri* [Agro-chemical characteristics of soils of Western Siberia]. Novosibirsk, Nauka Pub; 544 p. (In Russian).

11 Panfilov V.P., Chashchina N.I., 1989. *Povedenie vlagi v pochvakh i voprosy ikh orosheniya* [Moisture behavior in soils and issues of irrigation]. *Meliorativnye i vodokhozyaystvennye problemy Sibiri* [Drainage and water problems of Siberia]. Novosibirsk, Nauka. Sibirskoe otd., pp. 102-108. (In Russian).

12 Panfilov V.P. 1992. *Problemy irrigatsionnogo osvoeniya zemel Yuzhno-Omskoy orositel'noy sistemy* [Problems of irrigated land development of South Omsk irrigation system]. *Melioratsiya i vodboe khozyaystvo* [Irrigation and Water Management], no. 3-4, pp. 9-11. (In Russian).

13 Shaporina N.A., Tanasienko A.A., 2005. *K voprosu o strategii i taktike orosheniya chernozemov v Zapadnoy Sibiri* [Concerning the Strategy and Tactics of Irrigation of Chernozems in West Siberia]. *Sibirskiy Ekologicheskiy zhurnal* [Siberian Journal of Ecology]. no. 5, pp. 801-807. (In Russian).

14 Zaydelman F.R., 2009. *Genezis i ekologicheskie osnovy melioratsii pochv i landshaftov* [Genesis and environmental basis of soil reclamation and landscape]. Moscow, KDU, 720 p. (In Russian).

15 Semendayeva N.V., 2011. *Vliyanie selskokhozyaystvennogo ispolzovaniya na svoystva pochv Zapadnoy Sibiri* [Influence of agricultural use on soil properties in Western Siberia]. Novosibirsk, Novosibirsk state agrarian University; Siberian Research Institute of Agriculture and Chemicalization for Agriculture, 168 p. (In Russian).

16 Baryshnikov G.Ya., Platonova S.G., Chichagov V.P., 2003. *Geomorfologiya gor i predgoriy* [Geomorphology of mountains and foothills]. *Geomorfologiya* [Geomorphology]. no. 1, pp. 108-109. (In Russian).

17 Zanosova V.I., 2011. *Vodno-resursnyy potentsial Zapadno-Sibirskogo regiona i ego rol v ustoychivom razvitii meliorativno-vodokhozyaystvennykh sistem APK (na primere Altayskogo kraya: avtoreferat diss. kand. s.-kh. nauk* [Water-resource potential of the West Siberian region and its role in sustainable development of reclamation water supply systems AIC (on the example of the Altai Krai). Abstract Cand. agri. sci. diss]. Barnaul, 35 p. (In Russian).

18 Otto O.V., Baryshnikov G.Ya., 2002. *Strukturnyy analiz integral'nogo prirodno-resursnogo potentsiala territorii* [Structural analysis of integrated natural resource potential of the territory]. *Izvestiya Altayskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bull. Altay State Univ.] no. 3, pp. 57-60. (In Russian).

19 Tursina T.V., 2014. *Mikromorfologicheskaya diagnostika ustoychivosti chernozemov pri oroshenii* [Micromorphological diagnosis of the stability of chernozems under irrigation]. *Byulleten pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva* [Bulletin of V.V. Dokuchaev Soil Science Institute], vol. 76, pp. 52-73. (In Russian).

20 Aydarov I.P., 1994. *Oroshenie i preduprezhdenie zasoleniya pochv* [Irrigation and prevention of salinization]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Irrigation and Water Management], no. 3, p. 31-34. (In Russian).



21 Parfenova N.I., Reshetkina N.M., 1995. *Ekologicheskie printsipy regulirovaniya gidrokhimicheskogo rezhima oroshaemykh zemel* [Ecological principles for regulating hydrogeochemical regime of irrigated lands]. St. Petersburg, Gidrometeoizdat Publ., 360 p. (In Russian).

22 Papaskiri T.V., Soshnikov A.Yu., Shuravilin A.V., Bondarev B.Ye., 2012. *Zonirovanie territoriy pri organizatsii i ustroystve oroshaemykh agrolandshaftov* [Territory zoning at organization and unit of irrigated agricultural landscapes]. *Agro XXI*, no. 4-6, pp. 24-27. (In Russian).

23 Kuznetsova I.V., Utkaeva V.F., Bondarev A.G., 2014. *Normativy izmeneniya fizicheskikh svoystv pakhotnykh chernozemov lesostepnoy zony evropeyskoy Rossii v usloviyakh intensivnogo selskokhozyaystvennogo ispolzovaniya* [Regulatory changes in the physical properties of arable chernozems of forest-steppe zones of European Russia under the conditions of intensive agricultural use]. *Pochvovedenie* [Soil Science]. no. 1, pp. 71-81. (In Russian).

24 Shchedrin V.N., 2015. *Kompleks meropriyatiy, napravlennykh na sokhranenie i vosstanovlenie pochvennogo plodorodiya pri tsiklicheskom oroshenii selskokhozyaystvennykh kultur v Volgogradskoy oblasti* [Complex of activities aimed at the preservation and restoration of soil fertility at cyclical crop irrigation in Volgograd Region]. Novocheerkassk, RosNIIPM, 76 p. (In Russian).

25 Kachinskiy N.A., 1965. *Fizika Pochvy* [Soil Physics]. Moscow, Higher School Publ., vol. 1, 323 p. (In Russian).

26 Zaydelman F.R., 1996. *Melioratsiya pochv* [Soil Reclamation]. Moscow, MGU Publ., 384 p. (In Russian).

27 Magaeva L.A., 2000. *Melioriruemaya tolshcha pochv i porod PrioObiya: stroenie i osobennosti funktsionirovaniya* [Reclaimed soil depth and rock strata of Ob basin: the structure and features of functioning]. Novosibirsk, SB RAS Publ., "Geo" branch, 111 p. (In Russian).

28 Kiryushin V.I., 2005. *Agroekologicheskaya otsenka zemel, proektirovanie adaptivno-landshaftnykh sistem zemledeliya i agrotekhnologiy* [Agroecological assessment of land, design of adaptive-landscape systems of agriculture and agro-technologies]. Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 794 p. (In Russian).

29 Goncharov V.M., 2010. *Metody otsenki i prognoza agroklimaticheskikh i pochvennykh pokazateley v agrolandshaftakh* [Methods of assessment and prediction of soil and agro-climatic indicators in agricultural landscapes]. Vladimir, Rost Publ., 172 p. (In Russian).

30 Bezrukikh V.A., 2011. *Agroprirodnyy potentsial Prieniseyskoy Sibiri: otsenka i khozyaystvennoe ispolzovanie* [Agro-natural potential of Prieniseyskaya Siberia: assessment and practical use]. St. Petersburg, 40 p. (In Russian).

31 Klenov B.M., 2012. *K voprosu ob ekologicheskoy ustoychivosti v sovremennoy uchenii o pochvennom gumuse* [On the issue of environmental sustainability in the present-day soil humus studies]. *Interexpo Geo-Siberia*, vol. 2, no. 3, pp. 148-152. (In Russian).

32 Rozhkov V.A., 2014. *Opyt razrabotki natsionalnoy sistemy otsenki prigodnosti zemel* [Experience in elaborating the national system for estimating the land suitability]. *Byulleten pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva* [Bull. of V.V. Dokuchaev Soil Science Institute]. vol. 76, pp. 33-51. (In Russian).

33 Romanova L.G., Shadskikh V.A., Kizhaeva V.Ye., Lapshova A.G., 2015. *Kriterii otsenki komponentov agrolandshafta, obespechivayushchikh ekologicheskuyu ustoychivost oroshaemoy territorii* [Criteria for assessing the agricultural landscape of components ensuring the environmental sustainability of irrigated area]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshayemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture]. Novocheerkassk, RosNIIPM, no. 1(57), pp. 180-185. (In Russian).

34 Shchedrin V.N., 2015. *Rukovodstvo po kontrolyu i regulirovaniyu pochvennogo plodorodiya oroshaemykh zemel* [Guidelines for the Control and Regulation of soil fertility of

irrigated land]. Ministry of Agriculture of the Russian Federation, RosNIIPM. Novocherkassk, 141 p. (In Russian).

35 Lisetskiy F.N., Marinina O.A., Pichura V.I., Buryak Zh.A, Vorobyeva Ye.Ya., 2016. *Evolyutsionnye trendy v geokhunii stepnykh pochv pri ikh dlitelnom zemledelcheskom ispolzovanii* [Evolutionary trends in geochemistry of steppe soils at their long-term agricultural use]. *Rossiyskaya selskokhozyaystvennaya nauka* [Russian Agricultural Sciences], no. 5, pp. 32-36. (In Russian).

---

**Орлова Инна Владимировна**

Ученая степень: кандидат географических наук

Должность: научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук»

Адрес организации: ул. Молодежная, 1, г. Барнаул, Российская Федерация, 656038

E-mail: inna\_orlova11@mail.ru

**Orlova Inna Vladimirovna**

Degree: Candidate of Geographic Sciences

Position: Researcher

Affiliation: Institute for Water and Environmental Problems of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

Affiliation address: st. Molodezhnaya, 1, Barnaul, Russian Federation, 656038

E-mail: inna\_orlova11@mail.ru