

## МЕЛИОРАЦИЯ, РЕКУЛЬТИВАЦИЯ И ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ

Научная статья

УДК 504.062:631.61

doi: 10.31774/2712-9357-2022-12-1-63-80

### Типовые тайм-планы освоения ранее выведенных из оборота мелиорированных земель сельскохозяйственного назначения

**Михаил Николаевич Лытов**

Волгоградский филиал Всероссийского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова, Волгоград, Российская Федерация, LytovMN@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2743-9825>

**Аннотация.** Цель: разработка типовых тайм-планов возобновления использования ранее выведенных из оборота мелиорированных земель. **Материалы и методы:** методология разработки тайм-планов ввода в оборот бывших мелиорированных сельскохозяйственных земель базируется на использовании ключевых индикаторов природно-экологической модели осваиваемых территорий. Формализованно такая природно-экологическая модель описывается комбинацией факторов  $\Sigma F^i$ , где  $F$  – это один из выделенного многообразия факторов, имеющих непосредственное значение при освоении неиспользуемых, ранее мелиорированных земель. Каждому из рассматриваемых факторных комплексов присваивается индекс  $i$ , который характеризует степень нарушения, совокупного отклонения показателей от региональной нормы. **Результаты:** комбинации индекса  $i$  позволяют дифференцировать типовые тайм-планы для земель с различным уровнем экологических нарушений. Графическая модель тайм-плана включает ось времени с условной шкалой, нормированной относительно продолжительности периода ввода осваиваемого участка в оборот, и прямоугольную графику последовательных технологий соответственно по компоненту, включающему объекты природного генеза (NS), и компоненту, включающему инженерные объекты мелиоративной системы (ES). Предложенные тайм-планы оптимизированы с точки зрения минимизации затрат на освоение, исключения проведения повторных работ, согласования ресурсопотребления при использовании сродственных технологий, исключения экологического вреда окружающей среде, необходимости сокращения периода до момента получения первой прибыли и планомерного наращивания результативности хозяйственной деятельности без «провалов». **Выводы:** разработанные тайм-планы оптимизированы относительно различных экологических состояний, могут быть легко детализированы применительно к любой фактической природно-экологической модели, реальному участку брошенных сельскохозяйственных угодий, планируемых к освоению.

**Ключевые слова:** мелиорированные земли, выведенные из оборота земли, возобновление использования, типовые тайм-планы, природно-экологические модели, восстановление мелиоративной функции

**Для цитирования:** Лытов М. Н. Типовые тайм-планы освоения ранее выведенных из оборота мелиорированных земель сельскохозяйственного назначения // Мелиорация и гидротехника. 2022. Т. 12, № 1. С. 63–80. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-1-63-80>.

## LAND RECLAMATION, RECULTIVATION AND LAND PROTECTION

Original article

### Standard time-plans for the development of reclaimed agricultural land previously eliminated from circulation

## **Mikhail N. Lytov**

Volgograd branch of A. N. Kostyakov All-Russian Research Institute for Hydraulic Engineering and Land Reclamation, Volgograd, Russian Federation, LytovMN@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2743-9825>

**Abstract. Purpose:** development of standard time-plans for the resumption of use of reclaimed lands previously eliminated from circulation. **Materials and methods:** the methodology for the development of time-plans for the commissioning of former reclaimed agricultural lands is based on the use of key indicators of the natural-ecological model of the developed territories. Formally, such natural-ecological model is described by a combination of factors  $\Sigma F^i$ , where  $F$  is one of the distinguished variety of factors having a direct importance in the development of unused, previously reclaimed lands. Each of the factor complexes under consideration is assigned an index  $i$ , which characterizes the degree of violation, the cumulative deviation of indicators from the regional norm. **Results:** combinations of index  $i$  make it possible to differentiate typical time-plans for lands with different levels of ecological disturbances. The graphical model of time-plan includes a time axis with a conventional scale normalized in relation to the duration of the period of introducing the land under development into circulation, and a rectangular graph of sequential technologies, respectively, for a component that includes objects of natural origin (NS) and a component that includes engineering objects of a reclamation system (ES). The proposed time-plans are optimized in terms of minimizing development costs, eliminating repeatable work, coordinating resource consumption when using related technologies, eliminating environmental harm to the environment, the need to shorten the period until the first profit is made and systematically increasing the efficiency of economic activities without “failures”. **Conclusions:** the developed time-plans are optimized with respect to various ecological conditions, can be easily detailed in relation to any actual natural-ecological model, a real area of abandoned agricultural land planned for development.

**Keywords:** reclaimed land, eliminated from land use, resumption of use, standard time plans, natural-ecological models, restoration of reclamation function

**For citation:** Lytov M. N. Standard time-plans for the development of reclaimed agricultural land previously eliminated from circulation. *Land Reclamation and Hydraulic Engineering*. 2022;12(1):63–80. (In Russ.). <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-1-63-80>.

**Введение.** Мелиорированные земли относятся к категории наиболее ценных сельскохозяйственных земель, а в России и к неоспоримому стратегическому фонду, необходимому для решения проблемы продовольственной безопасности [1–3]. Большая часть территории России характеризуется сложными климатическими условиями, а на фоне глобального потепления климатические риски существенно усиливаются. Мелиорация в значительной мере позволяет компенсировать эти риски, обеспечивает стабильность и повышает результативность сельскохозяйственного производства [4–7]. Поэтому вывод мелиорированных земель из оборота, прекращение на них какой-либо хозяйственной деятельности, безусловно,

следует считать крайне негативным трендом и без преувеличения государственной проблемой.

Сегодня в России впервые наметилась тенденция возврата в сельскохозяйственный оборот ранее мелиорированных земель, восстановления и реконструкции мелиоративных систем, возобновления мелиоративной функции [8–10]. Большую роль здесь играют принятые государственные программы. Однако эффективность возобновления использования ранее выведенных из оборота мелиорированных земель в значительной мере зависит и от того, насколько рационально организован процесс, какие технологии и в какой последовательности используются [11, 12]. Важно грамотно задействовать и распределить ресурсы, использовать параллельные технологические цепочки, чтобы максимально быстро получить отдачу. Разработка и оптимизация тайм-планов подобного рода деятельности является эффективным инструментом решения таких задач [13, 14]. Целью исследований являлась разработка типовых тайм-планов возобновления использования ранее выведенных из оборота мелиорированных земель с учетом их экологического состояния и потребности в восстановлении инженерных компонентов.

**Материалы и методы.** Методология разработки тайм-планов ввода в оборот бывших мелиорированных сельскохозяйственных земель базируется на использовании ключевых индикаторов природно-экологической модели осваиваемых территорий. Концепт и основные формулировки такой модели разработаны автором и включают следующее. Формализованно природно-экологическая модель предполагаемых к освоению территорий описывается комбинацией факторов  $\Sigma F^i$ , где  $F$  – это один из выделенного многообразия факторов, имеющих непосредственное значение при освоении неиспользуемых сельскохозяйственных земель и для формирования экологически сбалансированных высокопродуктивных агроландшафтов.

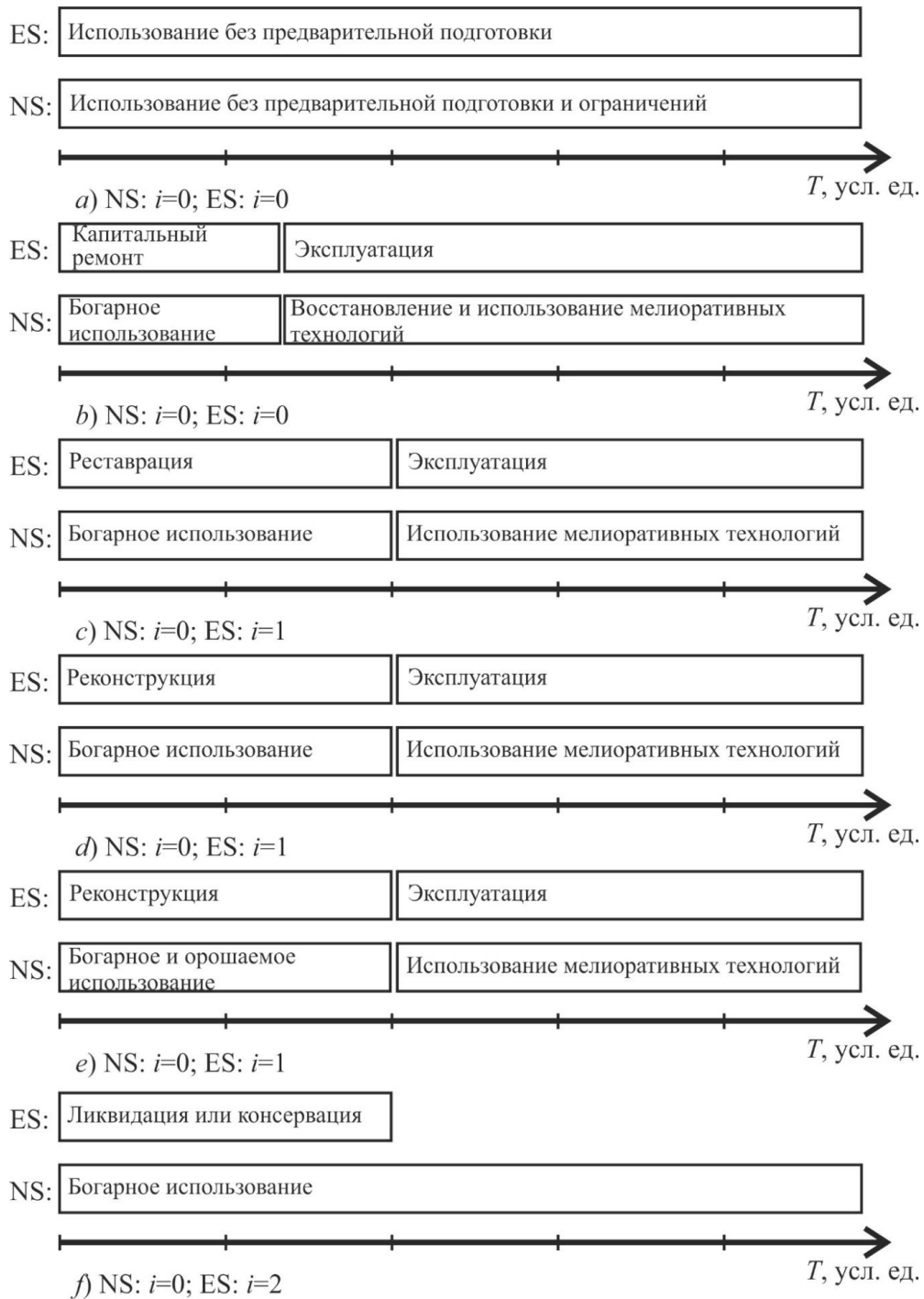
Факторное поле  $F$  действительно чрезвычайно многообразно, представлено разносторонними и в значительной мере несогласованными процессами, некоторые из которых взаимосвязаны, а другие – самостоятельны. Для того чтобы хоть как-то упорядочить это факторное поле, было предложено формировать комплексы факторов, обусловленные определенным сродством процессов и отражающие определенную грань проблемы возобновления использования ранее брошенных сельскохозяйственных земель. Так было выделено пять основных сегментов, характеризующих различные аспекты возобновления использования брошенных сельскохозяйственных земель. Это мелиоративный, деградационный, техногенный и фитосанитарный сегменты природно-экологического характера и непосредственно связанный с ними, когда речь касается ранее мелиорированных территорий, инженерно-инфраструктурный сегмент. Каждому из рассматриваемых факторных комплексов присваивается показатель  $i$ , который характеризует степень нарушения, совокупного отклонения показателей от региональной нормы. Отклонения имеют качественную или количественную шкалу, которая характеризуется определенной областью в поле допустимых значений, имеет область превышения допустимых значений, а также область значений деградации фактора, при которых непосредственное сельскохозяйственное использование земель невозможно. Исследованиями принята целочисленная градация показателя  $i$ , где значение 0 характеризует типичное региональное состояние земель, отсутствие каких-либо значимых экологических проблем и предполагает количественную оценку состояния всей совокупности факторов в пределах допустимого диапазона. При значениях показателя  $i$ , равных 1, предполагается, что отклонение хотя бы одного из рассматриваемых комплексов факторов превышает границы допустимого диапазона. Превышение допустимого диапазона отклонений напрямую связано с определенными ограничениями,

накладываемыми на использование вводимых в оборот земель, и необходимостью проведения определенных мероприятий по реабилитации осваиваемых сельскохозяйственных территорий. При значениях  $i$ , равных 2, освоение сельскохозяйственных земель в ближайшей перспективе признается невозможным. Предполагается такая деформация экологической среды, при которой возобновление производства связано с возможностью возникновения критических ситуаций или получением сельскохозяйственной продукции, опасной для жизни и здоровья человека.

**Результаты и обсуждение.** Эффективным инструментом согласования работ с объектами разного генеза в процессе возобновления хозяйственной деятельности на длительное время не используемых бывших мелиорированных сельскохозяйственных землях может стать разработка и оптимизация тайм-планов. На начальном этапе тайм-планы могут быть построены в концептуальном формате, определяя относительное соотношение работ по инженерным системам и природным компонентам с учетом фактора времени. Основное отличие таких планов – это условная шкала времени, позволяющая строить технологические последовательности схематично, без соблюдения конкретных временных масштабов, но с учетом логики параллельных и последовательных процессов. Такой план впоследствии может быть легко детализирован применительно к любой фактической природно-экологической модели, реальному участку брошенных сельскохозяйственных угодий, планируемых к освоению. Концептуальное изложение по сути соответствует созданию типовых тайм-планов, предлагающих варианты освоения длительное время не используемых сельскохозяйственных территорий, которые могут быть выбраны в соответствии с фактическими значениями индикаторов природно-экологической модели осваиваемых земель.

На рисунках 1–3 представлены типовые тайм-планы ввода в оборот бывших мелиорированных сельскохозяйственных земель, сгруппированные относительно значения индекса  $i$  для инженерных систем мелиоративного назначения и природных систем, представленных совокупностью экологических показателей состояния.

На рисунке 1 приведены типовые тайм-планы возобновления использования ранее выведенных из оборота, бывших мелиорированных сельскохозяйственных земель, не требующих реабилитации и рекультивации. Типовые тайм-планы предложены по следующим комбинациям. Сочетание индексов  $i$ , равных 0 и для природного, и для инженерного компонента мелиорированных земель, предполагает, что осваиваемый земельный фонд имеет хорошее экологическое состояние, а мелиоративные системы сохранили функционал и позволяют возобновить непосредственное использование. Один из типовых тайм-планов для осваиваемых сельскохозяйственных участков с такой ситуацией предполагает возобновление хозяйственного использования земель и мелиоративных систем без предварительной подготовки и ограничений (рисунок 1*a*). Однако если прямое освоение земель с благоприятным экологическим состоянием имеет практические примеры, то возобновление использования инженерных систем после длительного времени простоя без проведения предварительной подготовки весьма маловероятно. Даже если системы и сохранили функциональность, какая-то предварительная подготовка, ремонт все же требуется. Поэтому еще один из вариантов тайм-плана для этой ситуации предполагает проведение капитального ремонта инженерных систем, во время которого мелиоративная функция не выполняется, а земли используются с применением богарных систем земледелия (рисунок 1*b*). По завершении капитального ремонта мелиоративная функция земель возобновляется в полном объеме.



NS – компонент, включающий объекты природного генеза;  
 ES – компонент, включающий инженерные объекты мелиоративной системы

NS – a component that includes natural origin objects;  
 ES – a component that includes engineering facilities of the reclamation system

**Рисунок 1 – Типовые тайм-планы ввода в оборот бывших мелиорированных сельскохозяйственных земель, не требующих реабилитации и рекультивации**  
**Figure 1 – Standard time-plans for introduction into circulation the former reclaimed agricultural land that does not require rehabilitation and reclamation**

Результатом длительного отсутствия хозяйственной деятельности на мелиорированных участках является в первую очередь ускоренный износ инженерных систем. Ситуации, когда длительное время не используемые мелиоративные системы остаются в исправном состоянии и способны в полном объеме выполнять свои функции, очень редки. Намного чаще деформации данных «заброшенных» сегментов мелиоративных систем таковы, что их непосредственное введение в эксплуатацию невозможно. Тайм-планы освоения ранее выведенных из оборота мелиорированных земель для таких территорий не предполагают немедленного возобновления мелиоративной функции. Однако экологическое благополучие осваиваемых агроландшафтов позволяет восстанавливать и вести хозяйственную деятельность без периода реабилитации и проведения рекультивационных мероприятий. В большинстве случаев это возможно и даже является перспективным вариантом, однако на первых этапах освоение территории проводится без возобновления мелиоративной функции (рисунки 1с, 1d, 1e).

В период, когда производство на осваиваемых землях ведется с использованием богарных систем земледелия, тайм-планы предполагают восстановление конструкций инженерных систем, обеспечивающих возобновление мелиоративной функции. Используемые при этом технологии зависят от особенностей конструкции восстанавливаемого сегмента и степени их деформаций, способности выполнять заявленные функции. Реставрация является одним из направлений восстановления конструкций гидромелиоративных систем, она предполагает, что выявленные деформации превышают тот допустимый порог, при котором для восстановления работоспособности было бы достаточно капитального ремонта. Реконструкция, в отличие от реставрации, допускает существенное изменение конструктива мелиоративных систем, в общем нацеленное на определенные улучше-



ния в выполнении заявленных функций и делегирование новых, перспективных функций, расширяющих технологические возможности системы.

Один из вариантов типового тайм-плана с реконструкцией мелиоративной системы предполагает использование сегментарного концепта восстановления инженерных конструкций. Основные положения такого подхода нами разработаны и предложены в качестве альтернативного варианта обновления инженерной инфраструктуры мелиорированных земель. Использование такого подхода позволяет проводить реконструкцию поэтапно, в параллельно-последовательном формате по территориально организованным сегментам мелиоративной системы. В сегментах, где реконструкция была завершена, возможно возобновление мелиоративной функции с одновременным проведением восстановительных работ в других сегментах системы. Поэтому период, отведенный на реконструкцию мелиоративной системы, может быть использован для освоения земель с применением богарных технологий, а также сегментарно и с возобновлением мелиоративной функции (рисунок 1e).

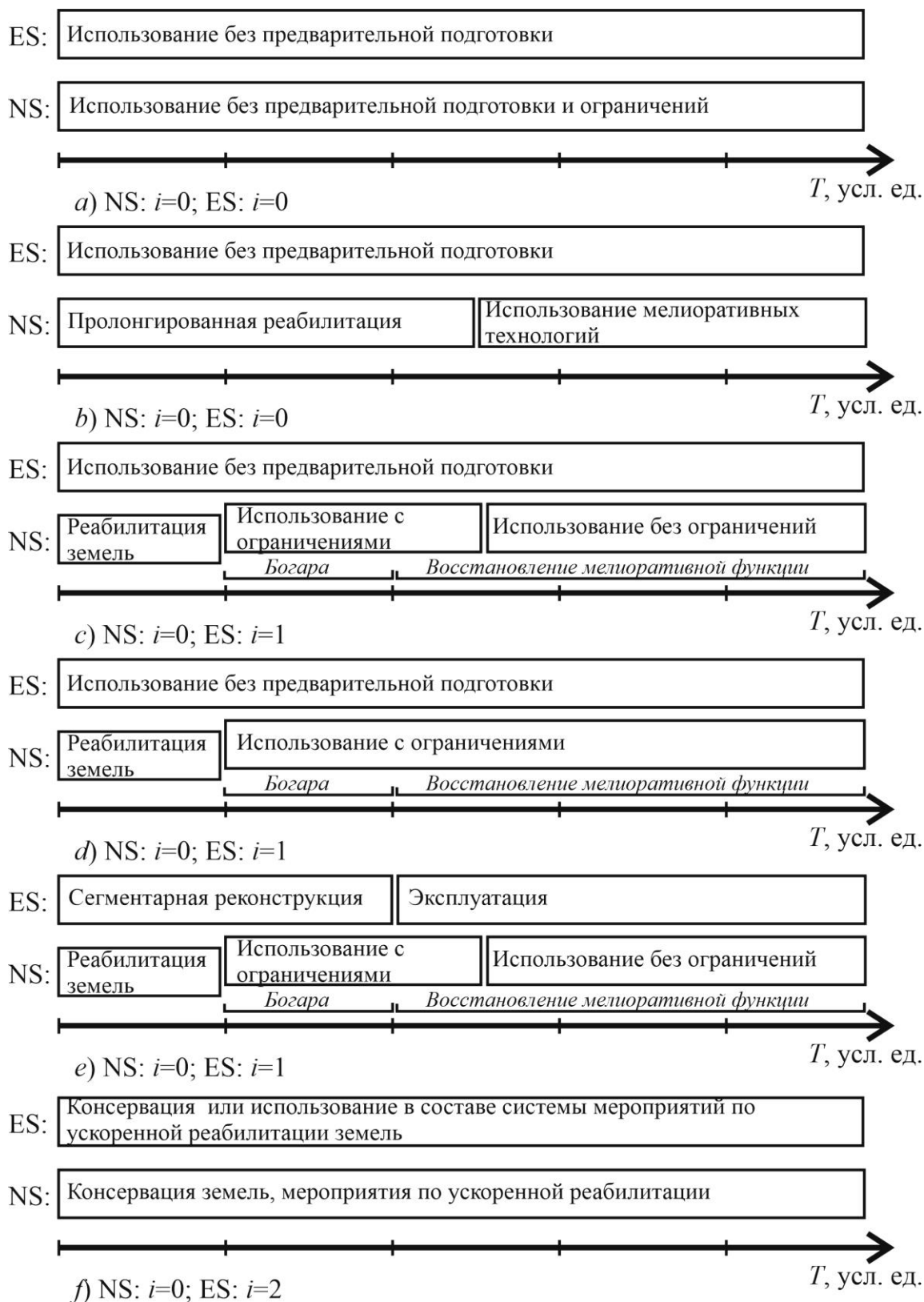
Следующая из рассматриваемых ситуаций на предполагаемом к освоению, ранее выведенном из оборота участке на фоне относительного экологического благополучия территории характеризуется максимально выраженными деформациями инженерной системы и инфраструктуры, вплоть до полного разрушения. При таких деформациях, которые наблюдаются не только на предполагаемом к освоению участке, но и в командующих относительно этого конструктивного сегмента элементах мелиоративной системы, объекты не всегда могут быть восстановлены. Причиной могут быть экономическая нецелесообразность подобных проектов или отсутствие достаточных объемов инвестиций, экологические риски и т. д. Остатки инженерных систем в этом случае ликвидируются или консервируются, а проект освоения участка реформатируется под богарные системы земледелия (рисунок 1f).

На рисунке 2 представлены типовые тайм-планы ввода в оборот бывших мелиорированных сельскохозяйственных земель с действующими инженерными системами. Предлагаемые на рисунке тайм-планы разработаны для ситуаций, когда индекс  $i$  для инженерных систем равен 0, а для осваиваемых земель и всей совокупности компонентов природного генеза изменяется от 0 до 2, т. е. включает различные уровни экологического благополучия.

На рисунке 2*b* приведен один из вариантов типового тайм-плана, когда для земель с нарушенными природными компонентами назначается период пролонгированной реабилитации, после чего их вводят в хозяйственный оборот с возобновлением мелиоративной функции.

Другим вариантом освоения длительное время не использовавшихся земель с функционирующей мелиоративной системой может быть последовательность: реабилитация земель – использование земель с ограничениями – использование земель без ограничений (рисунок 2*d*). Ограничения в использовании осваиваемых земель могут распространяться и на возобновление мелиоративной функции. Поэтому в данный период возобновление хозяйственной деятельности осуществляется на основе богарных систем земледелия. Переход на использование мелиоративных технологий осуществляется, как только это становится возможным по экологическим показателям. При этом другие ограничения на использование мелиорированных земель могут сохраняться (рисунок 2*c*).

Еще один вариант типового тайм-плана освоения ранее выведенных из оборота мелиорированных земель представлен на рисунке 2*e*. В отличие от предыдущих, этот вариант предполагает использование времени, необходимого для реабилитации земель по совокупности экологических показателей, для осуществления реконструкции сегмента мелиоративной системы с использованием новейших достижений науки и техники.

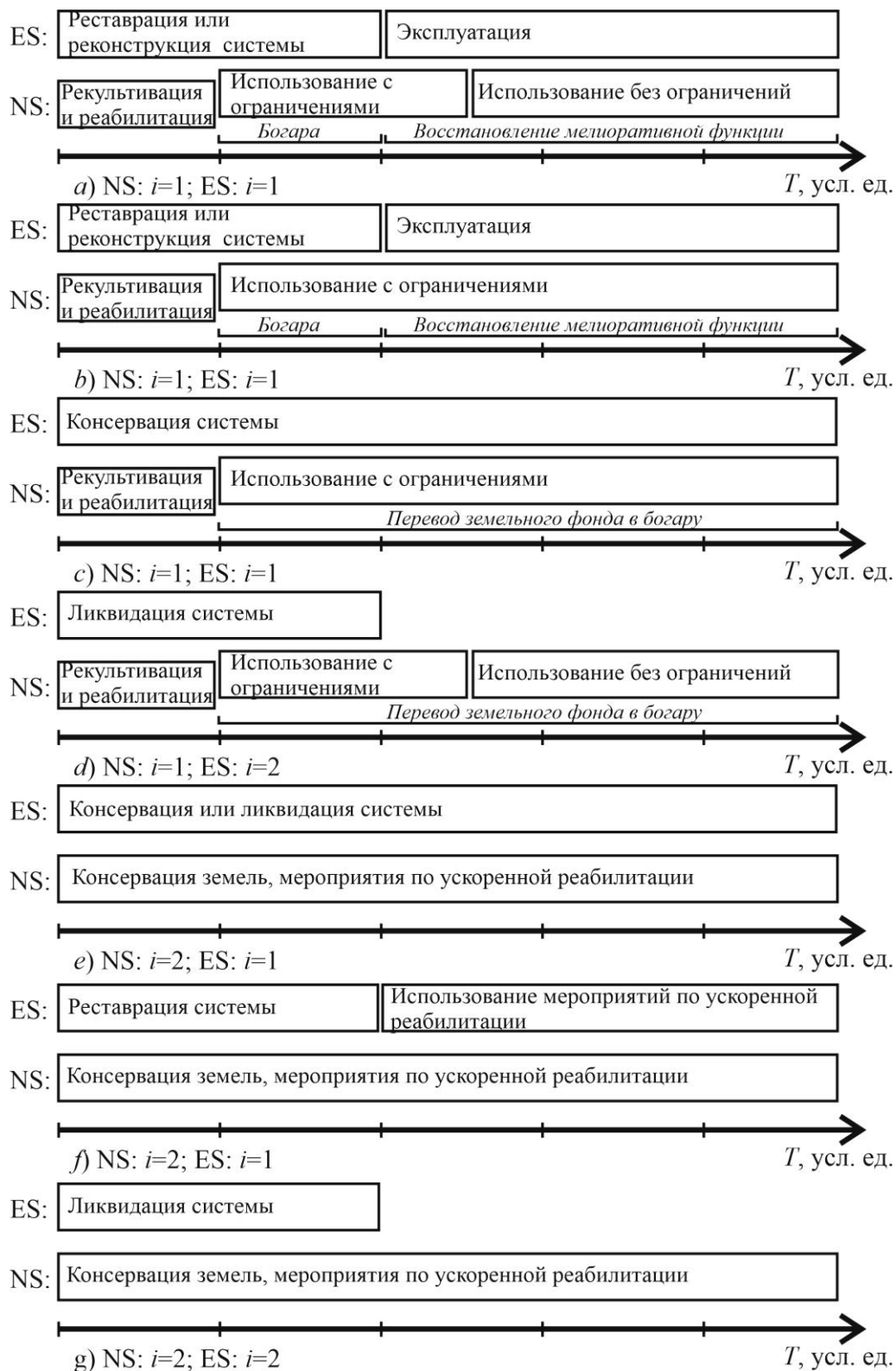


**Рисунок 2 – Типовые тайм-планы ввода в оборот бывших мелиорированных сельскохозяйственных земель с действующими инженерными системами**

**Figure 2 – Standard time-plans for introduction into circulation the former reclaimed agricultural land with existing engineering systems**

В случае, когда экологические нарушения на выведенных из оборота землях достигли критического уровня и возобновление хозяйственной деятельности в ближайшей перспективе по совокупности экологических показателей невозможно, территориальный сегмент мелиоративной системы консервируют или ликвидируют (рисунок 2*f*). Исключением является ситуация, когда мелиоративные технологии используют в системе мероприятий по консервации земель или ускоренному восстановлению утраченного потенциала, а также когда сегмент мелиоративной системы является проходным и используется для обслуживания земель действующего мелиоративного фонда.

На рисунке 3 типовые тайм-планы ввода в оборот бывших мелиорированных сельскохозяйственных земель разработаны для смешанных ситуаций, когда ни природные, ни инженерные компоненты брошенных мелиорированных земель не находятся в идеальном состоянии. Индекс  $i$  для природных и инженерных компонентов таких участков равен 1 либо 2 в любой комбинации. Типовым решением по вводу в оборот бывших мелиорированных земель с индексом  $i$  для природных и инженерных компонентов, равным 1, является последовательность: рекультивация и (или) реабилитация земель – использование с ограничениями – использование без ограничений (рисунок 3*a*). При этом в период экологической реабилитации земель реализуются мероприятия по реставрации мелиоративной системы, восстановлению инженерных конструкций, сооружений и инфраструктуры. Следующий вариант типового тайм-плана освоения длительное время не использовавшихся ранее мелиорированных земель (рисунок 3*b*) идентичен предыдущему за исключением того, что наложенные на использование земельного фонда ограничения в ближайшей перспективе снимать не предполагается. Выбор этого варианта осуществляется в зависимости от состава экологических показателей, отклонения по которым на участке превышают допустимый уровень.



**Рисунок 3 – Типовые тайм-планы ввода в оборот бывших мелиорированных сельскохозяйственных земель, требующих реабилитации, рекультивации и восстановления инженерных систем**

**Figure 3 – Typical time plans for putting into circulation the former reclaimed agricultural land that require rehabilitation, reclamation and restoration of engineering systems**

Типовой вариант тайм-плана, приведенный на рисунке 3с, предполагает, что ограничения, накладываемые на использование осваиваемых земель, касаются и мелиоративных технологий, при этом ограничения имеют постоянный или длительный характер и не снимаются с течением времени. Отсутствие возможности использования мелиоративных технологий в ближайшей перспективе предполагает необходимость консервации инженерных систем и перевод земель в богарный фонд.

Если индекс  $i = 2$  присвоен по совокупности экологических показателей природному компоненту мелиорированных земель, а состояние инженерных систем характеризуется уровнем  $i$ , равным 1, то предлагается два альтернативных типовых варианта. Первый из них предусматривает консервацию или ликвидацию мелиоративной системы (сегмента мелиоративной системы), консервацию земель с возможностью последующего проведения мероприятий по ускоренной реабилитации (рисунок 3е). Другой допускает возможность сохранения и реставрации мелиоративной системы (рисунок 3ф). При этом предполагается использование мелиоративных технологий в качестве одной из составляющих системы мероприятий по ускоренной экологической реабилитации неиспользуемых земель.

Когда индекс  $i = 2$  по совокупности оценочных показателей присваивается и природному компоненту, и инженерной составляющей мелиорированных земель, освоение земельного участка в обозримой перспективе признается невозможным (рисунок 3г). Инженерные системы и сооружения ликвидируются, а земельный фонд консервируется для предотвращения распространения негативных факторов на сопредельные территории.

**Выводы.** Разработаны типовые тайм-планы возобновления использования ранее выведенных из оборота мелиорированных земель сельскохозяйственного назначения. Ключевой особенностью типовых планов такого рода является условная шкала времени, позволяющая строить технологические последовательности схематично, без соблюдения конкретных вре-

менных масштабов, но с учетом логики параллельных и последовательных процессов. Такой план впоследствии может быть легко детализирован применительно к любой фактической природно-экологической модели, реальному участку брошенных сельскохозяйственных угодий, планируемых к освоению. Типизация тайм-планов осуществлена по комбинации значений собирательного индекса  $i$ , характеризующего экологическое состояние предполагаемого к освоению участка и состояние соответствующего сегмента мелиоративной системы, для двух комплексных компонентов мелиорированных земель – природного генеза (NS) и инженерных объектов (ES). Графическая модель тайм-плана включает ось времени с условной шкалой, нормированной относительно продолжительности периода ввода осваиваемого участка в оборот, и прямоугольную графику последовательных технологий соответственно по компонентам NS и ES. Предложенные тайм-планы оптимизированы с точки зрения минимизации затрат на освоение, исключения проведения повторных работ, согласования ресурсопотребления при использовании сродственных технологий, исключения экологического вреда окружающей среде, необходимости сокращения периода до момента получения первой прибыли и планомерного наращивания результативности хозяйственной деятельности без «провалов».

### **Список источников**

1. Вызовы для отрасли растениеводства региона в зависимости от природно-сельскохозяйственного зонирования / С. А. Шелковников, М. С. Петухова, С. Л. Добрянская, С. Ю. Капустянчик, Т. А. Садохина // Вестник аграрной науки. 2019. № 6(81). С. 155–161. DOI: 10.15217/issn2587-666X.2019.6.155.
2. Лихолетов Е. А., Лучина И. В. Орошаемое земледелие – основа эффективного функционирования аграрного производства в зоне рискованного земледелия // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 6(104). С. 147–151. DOI: 10.15217/issn2587-666X.2019.6.155.
3. A sustainable strategy of managing irrigation based on water productivity and residual soil nitrate in a no-tillage maize system / S. Yan, Y. Wu, J. Fan, F. Zhang, J. Zheng, J. Guo, H. Zou, Y. Xiang, U. K. T. Paw, S. Qiang, L. Wu // Journal of Cleaner Production. 2020. Vol. 262. № 121279. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.121279.
4. Яшалова Н. Н., Молчанова Т. К., Рубан Д. А. Предпосылки эффективного управления климатическими рисками в сельском хозяйстве России: инвестиционно-

инновационный аспект // Вестник УрФУ. Серия: Экономика и управление. 2019. Т. 18, № 5. С. 637–655. DOI: 10.15826/vestnik.2019.18.5.031.

5. Simulation of crop growth and water-saving irrigation scenarios for lettuce: a monsoon-climate case study in kampong Chhnang, Cambodia / P. Ket, C. Oeurng, A. Degré, S. Garré, L. Hok // *Water (Switzerland)*. 2018. Vol. 10, № 5. 666. DOI: 10.3390/w10050666.

6. Multi-model and multi-scenario assessments of Asian water futures: The Water Futures and Solutions (WFaS) initiative / Y. Satoh, T. Kahil, E. Byers, P. Burek, G. Fischer, S. Tramberend, P. Greve, P. Magnuszewski, L. F. Nava, W. Cosgrove, S. Langan, Y. Wada, M. Flörke, S. Eisner, N. Hanasaki // *Earth's Future*. 2017. Vol. 5, № 7. P. 823–852. DOI: 10.1002/2016EF000503.

7. Kayumov A. Water scarcity and interstate cooperation dynamics in Naryn/Syr Darya river basin // *Central Asia and the Caucasus*. 2012. Vol. 13, № 3. P. 80–93.

8. Дёмин А. П. Трансформация орошаемого сектора агропромышленного комплекса России в постсоветский период // *Использование и охрана природных ресурсов в России*. 2020. № 1(161). С. 22–26.

9. Иванов А. И., Иванова Ж. А., Соколов И. В. Вторичное освоение неиспользуемых угодий // *Российская сельскохозяйственная наука*. 2020. № 2. С. 48–52. DOI: 10.31857/S2500-2627-2020-2-48-52.

10. Дубенок Н. Н., Ольгаренко Г. В. Перспективы восстановления мелиоративного комплекса Российской Федерации // *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2021. № 2. С. 56–59. DOI: 10.30850/vrsn/2021/2/56-59.

11. Балакай Г. Т., Куприянова С. В. Техническое состояние мелиоративных систем России и предложения по их восстановлению // *Пути повышения эффективности орошаемого земледелия*. 2020. № 1(77). С. 5–9.

12. Шевченко В. А., Бородычев В. В., Лытов М. Н. Варианты реконструкции гидромелиоративных систем на бывших мелиорированных длительно не используемых сельскохозяйственных землях // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2020. № 4(60). С. 313–327. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-31.

13. Chapter Two – Agriculture contingency plans for managing weather aberrations and extreme climatic events: Development, implementation and impacts in India / Ch. Srinivasarao, K. V. Rao, K. A. Gopinath, Y. G. Prasad, A. Arunachalam, D. B. V. Ramana, G. Ravindra Chary, B. Gangaiah, B. Venkateswarlu, T. Mohapatra // *Advances in Agronomy*. 2020. Vol. 159. P. 35–91. doi.org/10.1016/bs.agron.2019.08.002.

14. Carlos D. P. B., Carlos M. G. Drought management plans and water availability in agriculture: A risk assessment model for a Southern European basin // *Weather and Climate Extremes*. 2014. Vol. 4. P. 11–18. doi.org/10.1016/j.wace.2014.02.003.

## References

1. Shelkovnikov S.A., Petukhova M.S., Dobryanskaya S.L., Kapustyanchik S.Yu., Sadokhina T.A., 2019. *Vyzovy dlya otrasli rastenievodstva regiona v zavisimosti ot prirodno-sel'skokhozyaystvennogo zonirovaniya* [Challenges for crop production in the region depending on natural and agricultural zoning]. *Vestnik agrarnoy nauki* [Bulletin of Agrarian Science], no. 6 (81), pp. 155-161, DOI: 10.15217/issn2587-666X.2019.6.155. (In Russian).

2. Likholetov E.A., Luchina I.V., 2013. *Oroshaemoe zemledelie – osnova effektivnogo funktsionirovaniya agrarnogo proizvodstva v zone riskovannogo zemledeliya* [Irrigated agriculture as the basis for effective agricultural production in a risk farming area]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai State Agrarian University], no. 6(104), pp. 147-151, DOI: 10.15217/issn2587-666X.2019.6.155. (In Russian).

3. Yan S., Wu Y., Fan J., Zhang F., Zheng J., Guo J., Zou H., Xiang Y., Paw U.K.T.,



Qiang S., Wu L., 2020. A sustainable strategy of managing irrigation based on water productivity and residual soil nitrate in a no-tillage maize system. *Journal of Cleaner Production*, vol. 262, no. 121279, DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.121279.

4. Yashalova N.N., Molchanova T.K., Ruban D.A., 2019. *Predposylki effektivnogo upravleniya klimaticheskimi riskami v sel'skom khozyaystve Rossii: investitsionno-innovatsionnyy aspekt* [Premises for efficient climatic risk management in the Russian agriculture: an investment and innovation aspect]. *Vestnik UrFU. Seriya: Ekonomika i upravlenie* [UrFU Bulletin. Series: Economics and Management], vol. 18, no. 5, pp. 637-655, DOI: 10.15826/vestnik.2019.18.5.031. (In Russian).

5. Ket P., Oeurng C., Degré A., Garré S., Hok L., 2018. Simulation of crop growth and water-saving irrigation scenarios for lettuce: a monsoon-climate case study in kampong Chhnang, Cambodia. *Water (Switzerland)*, vol. 10, no. 5, 666, DOI: 10.3390/w10050666.

6. Satoh Y., Kahil T., Byers E., Burek P., Fischer G., Tramberend S., Greve P., Mag-nuszewski P., Nava L.F., Cosgrove W., Langan S., Wada Y., Flörke M., Eisner S., Hanasaki N., 2017. Multi-model and multi-scenario assessments of Asian water futures: The Water Futures and Solutions (WFaS) initiative. *Earth's Future*, vol. 5, no. 7, pp. 823-852, DOI: 10.1002/2016EF000503.

7. Kayumov A., 2012. Water scarcity and interstate cooperation dynamics in Naryn/Syr Darya river basin. *Central Asia and the Caucasus*, vol. 13, no. 3, pp. 80-93.

8. Demin A.P., 2020. *Transformatsiya oroshaemogo sektora agropromyshlennogo kompleksa Rossii v postsovetskiy period* [Transformation of the irrigated sector of agro-industrial complex of Russia in the post-Soviet period]. *Ispol'zovanie i okhrana prirodnnykh resursov v Rossii* [Use and Protection of Natural Resources in Russia], no. 1(161), pp. 22-26. (In Russian).

9. Ivanov A.I., Ivanova Zh.A., Sokolov I.V., 2020. *Vtorichnoe osvoenie neispol'zuemykh ugodiy* [Secondary development of unused lands]. *Rossiyskaya sel'skokhozyaystvennaya nauka* [Russian Agricultural Science], no. 2, pp. 48-52, DOI: 10.31857/S2500-2627-2020-2-48-52. (In Russian).

10. Dubenok N.N., Olgarenko G.V., 2021. *Perspektivy vosstanovleniya meliorativnogo kompleksa Rossiyskoy Federatsii* [Prospects for restoration of the reclamation complex of the Russian Federation]. *Vestnik rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy nauki* [Bulletin of Russian Agricultural Science], no. 2, pp. 56-59, DOI: 10.30850/vrsn/2021/2/56-59. (In Russian).

11. Balakai G.T., Kupriyanova S.V., 2020. *Tekhnicheskoe sostoyaniye meliorativnykh sistem Rossii i predlozheniya po ikh vosstanovleniyu* [Technical state of reclamation systems in Russia and proposals for their restoration]. *Puti povysheniya effektivnosti oroshayemogo zemledeliya* [Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture], no. 1(77), pp. 5-9. (In Russian).

12. Shevchenko V.A., Borodychev V.V., Lytov M.N., 2020. *Varianty rekonstruktsii gidromeliorativnykh sistem na byvshikh meliorirovannykh dlitel'no neispol'zuemykh sel'skokhozyaystvennykh zemlyakh* [Options for reconstruction of hydroreclamation systems on former reclaimed long-used agricultural lands]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Bulletin of Nizhnevolzhsky Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education], no. 4(60), pp. 313-327, DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-31. (In Russian).

13. Srinivasarao Ch., Rao K.V., Gopinath K.A., Prasad Y.G., Arunachalam A., Ramana D.B.V., Ravindra Chary G., Gangaiah B., Venkateswarlu B., Mohapatra T., 2020. Chapter Two – Agriculture contingency plans for managing weather aberrations and extreme climatic events: Development, implementation and impacts in India. *Advances in Agronomy*, vol. 159, pp. 35-91, doi.org/10.1016/bs.agron.2019.08.002.

14. Carlos D.P.B., Carlos M.G., 2014. Drought management plans and water availabil-

ity in agriculture: A risk assessment model for a Southern European basin. Weather and Climate Extremes, vol. 4, pp. 11-18, doi.org/10.1016/j.wace.2014.02.003.

---

***Информация об авторе***

**М. Н. Лытов** – ведущий научный сотрудник, и. о. директора, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

***Information about the author***

**M. N. Lytov** – Leading Researcher, Acting branch Director, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor.

*Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.*

*The author declares no conflicts of interests.*

*Статья поступила в редакцию 11.10.2021; одобрена после рецензирования 30.11.2021; принята к публикации 21.12.2021.*

*The article was submitted 11.10.2021; approved after reviewing 30.11.2021; accepted for publication 21.12.2021.*