

DOI 10.33952/2542-0720-2021-4-28-69-81

УДК 332.14:504.03

Дунаева Е. А., Попович В. В., Вечерков В. В.

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

**Реферат.** Для развития АПК необходимо применять новые современные методологические подходы, которые позволят более точно проводить выбор и формирование направлений социально-экономического развития сельских территорий при условии улучшения их интегрального экосистемного состояния. Данная статья посвящена вопросам разработки методологии поиска, отбора, расчета ключевых параметров и интегральных показателей, оказывающих существенное влияние на уровень состояния и развития сельских территорий. Цель исследования – изучение возможностей комплексирования оценок, основанных на обработке материалов статистической отчетности и данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Новизна работы состоит в отработке методологического подхода использования данных статистической отчетности и косвенных данных ДЗЗ об уровне биопродуктивности территории (чистая первичная продукция) на различных уровнях пространственного анализа сельских территорий (от уровня сельского поселения и выше). С использованием современного программного обеспечения (ПО) созданы БД показателей экосистемного состояния сельских территорий для различных уровней интеграции (от сельского поселения и выше), рассчитаны сопоставимые показатели уровня их текущего состояния и разработаны процедуры пространственной визуализации результатов расчета для пилот-районов и Крыма в целом. Показатель социально-экономического направления в 2020 г. для Крыма по сравнению с 2019 г. снизился на 7 %, и только для Кировского и Ленинского районов остался на прежнем уровне. При учете экологического индикатора обобщенный интегральный показатель экосистемного состояния территорий снизился на 3,9 % и ухудшился практически для всех районов (кроме Кировского). Задействование спутниковой информации для анализа динамики развития сельских территорий показало наличие продолжающегося негативного тренда в годовых показателях биопродуктивности (около 0,4 % в среднем за год для периода 2000–2020 гг.). Для возможности доступа к имеющейся информации стороннему пользователю с целью проведения аналитической либо управленческой деятельности, все данные визуализации реализованы через серверную web-платформу с использованием программного ГИС-продукта – NextGISWeb.

**Ключевые слова:** сельские территории, устойчивое развитие, показатели развития, ГИС-технологии, визуализация, чистая первичная продукция, MODIS, NPP.

**Для цитирования:** Дунаева Е. А., Попович В. В., Вечерков В. В. Методологические подходы к оценке состояния сельских территорий // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 4(28). С. 69–81. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-4-28-69-81.

**For citation:** Dunaieva Ie. A., Popovich V. V., Veчерkov V. V. Methodological approaches to assessing the the condition of rural areas // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2021. No. 4(28). P. 69–81. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-4-28-69-81.

### Введение

В настоящее время обеспечение и реализация развития сельских территорий должны осуществляться при условии учета исходного состояния всех имеющихся

ресурсов: экономического, человеческого и культурного капитала, природных ресурсов и сохранения экологического баланса на территориях [1].

Решение этой задачи определяется системным подходом и заключается в выявлении основных факторов развития, выделении показателей, позитивно или негативно влияющих на устойчивость развития, среди которых можно выделить основные группы: экономические, социальные, экологические факторы, которые должны быть детально проанализированы и интерпретированы, чтобы сделать выводы относительно степени и потенциала устойчивости данной территории [2]. В настоящее время понятие «устойчивое развитие» приобрело глобальный характер. Так, на состоявшейся в 2015 г. Генеральной Ассамблее ООН в рамках Саммита ООН по устойчивому развитию была принята Программа устойчивого развития до 2030 г., в которой намечены семнадцать целей устойчивого развития (ЦУР) и 169 целевых задач, позволяющих мировым странам измерять, контролировать и отслеживать прогресс в экономической, социальной и экологической устойчивости [3].

Проблемы устойчивого развития сельских территорий изучены и изложены во многих работах отечественных и зарубежных ученых. В своих работах они рассматривают вопросы экономического развития сельских территорий, повышения благосостояния сельского населения [4–7].

Современное состояние сельских территорий, характеризующееся интегральными показателями устойчивого развития, сопоставимыми индексами и коэффициентами, отражено в работах [7–10].

Уровень адаптационного потенциала сельских территорий оценивается различными методами путем расчета интегральных показателей с использованием модифицированного индекса Мацциотто-Парето [11], расчета количественной оценки уязвимости сельских поселений [12], оценки устойчивости развития сельских территорий по методу экспресс-анализа [13], расчета, основанного на концепции экологической пригодности [14].

В своих работах [15–17] ученые предлагают применение современных форсайт-технологий для сельских территорий, позволяющих осуществлять планирование и прогнозирование их развития.

Вопросам эколого-социально-экономического развития Крыма посвящены труды многих ученых [18–22]. В них рассматриваются общие проблемы устойчивого развития Республики Крым в целом, а также сельских территорий полуострова. Особое внимание уделяется вопросам экологии Крыма.

**Цель исследований** – изучение возможностей комплексирования оценок, основанных на обработке материалов статистической отчетности и на данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Задачи данного исследования заключаются в совершенствовании методологических подходов к оценке уровня адаптации сельских территорий к изменению условий хозяйственной деятельности, а также в отработке инструментария поиска и возможной реализации механизмов повышения эффективности развития сельских территорий на уровне муниципальных районов и сельских поселений на базе использования сопоставимых интегральных критериев развития, выявление связи интегральной оценки экосистемного состояния территории с уровнем вариации основных групп показателей/параметров в современных условиях хозяйствования.

#### **Материалы и методы исследований**

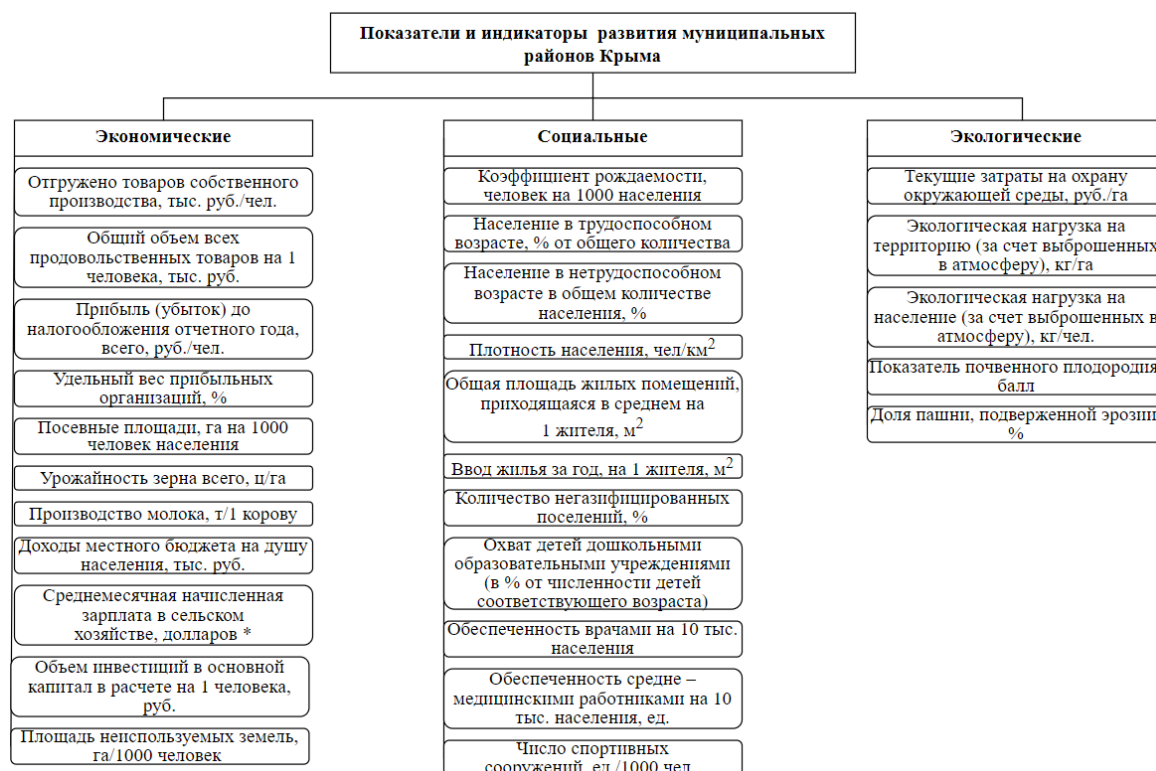
Исследования проводили в 2017–2020 гг. На начальном этапе отобрали три пилот-района (Джанкойский, Красногвардейский, Сакский), расположенных в различных частях степной зоны Крымского полуострова, что позволило снизить объем сбора и обработки первичной информации при апробации отдельных процедур и подходов к решению задачи мониторинга уровня развития сельских территорий. В

дальнейшем методологию отрабатывали для всех муниципальных районов Крыма и проводили сравнение с Республикой Крым (РК) в целом.

При выполнении работ использовали методику интеграции статистической информации, средств и инструментов территориального планирования и данных ДЗЗ для мониторинга показателей уровня текущего состояния и формирования направлений стратегического развития сельских территорий на базе экосистемного подхода.

При проведении исследований использовали методы экономической науки: статистико-экономический, который предусматривает мониторинг и сбор статистических материалов, анализ и использование существующих данных об изучаемом явлении; метод экономического сравнения (сопоставления) и накопления информации (создание баз данных); метод группировки; расчетно-конструктивный, который включает расчет экономических коэффициентов и показателей; пространственную визуализацию результатов.

Расчеты проводили, используя статистические данные за 2018–2020 гг., приведенные в стоимостном и натуральном выражении (рисунок 1) [23].



**Рисунок 1 – Основные показатели развития муниципальных районов**

*Примечание.* \* средняя зарплата в сельском хозяйстве приведена в долларах США для возможности сравнения с другими периодами.

Для проведения расчетов по оценке интегрального состояния сельских территорий необходимо осуществить подготовительные работы по сбору исходных данных в различных источниках информации и выполнить несколько циклов расчетов, включая обработку полученной информации, расчет коэффициентов по направлениям развития и комплексного интегрального показателя.

Для проведения расчетов на уровне районов сбор информации о фактических значениях отдельных показателей формируется на основе данных официальной статистической отчетности ФСГС по Республике Крым [23]. Для уровня сельских

поселений используется несколько источников информации, включая кроме статистической отчетности, также находящуюся в открытом доступе информацию районных администраций и районных Советов. Формирование баз данных показателей развития регионов осуществляется по трем направлениям: экономическому, социальному и экологическому.

Перевод индексов в относительные величины можно проводить несколькими методами. Так, при сопоставлении между собой небольшого количества объектов наблюдений (например, трёх пилот-районов) возможно применение метода парных сравнений (алгоритм Саати) [24, 25], который предполагает шкалу парных сравнений от 1 до 9, что дает возможность выявить не только лучший, средний, худший показатель, но и принять в расчет различие между ними – насколько сильнее то или иное значение показателя отличается от середины выборки. На основе полученной шкалы диапазонов заполняется матрица парных сравнений размерностью  $m \times n$ , где  $m$  – число строк,  $n$  – число столбцов [26]. В нашем случае (сравнение трех пилот-районов) матрица выглядит таким образом:

	A1	A2	A3
A1	a11	a12	a13
A2	a21	a22	a23
A3	a31	a32	a33

После составления матрицы для каждого показателя и проведения расчетов по ним определяют агрегированные индикаторы по каждой группе показателей и общий интегральный индекс для каждого пилот-района.

Для большого ряда сравниваемых показателей наиболее эффективна рейтинговая оценка, она также включает в расчет коэффициенты 0 и 1, значительно влияющие на окончательный результат при небольшом количестве показателей [10]. Расчет относительных безразмерных значений показателей в каждой группе направлений развития (экономическое, социальное, экологическое) производят по формулам (1, 2). Если связь между критерием оценивания и уровнем развития прямая, то используют формулу (1):

$$Y_i = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (1)$$

в случае обратной связи в расчетах используют формулу (2):

$$Y_i = 1 - \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (2)$$

где  $Y_i$  – относительное значение показателя;

$X_i$  – фактическое значение показателя;

$X_{min}$  – худшее значение показателя;

$X_{max}$  – лучшее значение показателя.

Рейтинговые показатели по каждому направлению рассчитывали как среднее арифметическое, учитывая нулевые значения коэффициентов (формула 3):

$$E = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} \quad (3)$$

где  $E$  – рейтинговый агрегированный показатель определенного направления развития;

$Y_i$  – относительное значение показателей;

$n$  – количество показателей.

Интегральный индикатор устойчивого развития рассчитывают, как среднее геометрическое индикаторов социального, экономического и экологического развития и, при количестве агрегированных показателей равном трем, расчет выполняют по формуле 4:

$$I_{\text{интегр.}} = \sqrt[3]{E_{\text{экон.}} \times E_{\text{соц.}} \times E_{\text{экол.}}} \quad (4)$$

где  $I_{\text{интегр.}}$  – интегральный индикатор устойчивого развития;

$E_{\text{экон.}}$  – индикатор экономического развития;

$E_{\text{соц.}}$  – индикатор социального развития;

$E_{\text{экол.}}$  – индикатор экологического развития.

Для получения сопоставимых значений индикатора социально-экономического состояния Крыма с другими регионами производят расчет промежуточного индикатора социально-экономического развития полуострова с использованием только двух показателей –  $E_{\text{экон.}}$  и  $E_{\text{соц.}}$ . Полученное итоговое для РК значение сравнивали со значением индикативного показателя для Крыма по РИА-Рейтинг [27]. Если эти показатели различались, то осуществляли пропорциональный перерасчет значений агрегированных индикаторов по этим двум направлениям для всех районов и Крыма в целом.

Для визуализации оценок состояния территорий и их сопоставимого сравнения созданы гео-базы данных пространственной информации в среде ГИС (QGIS 2.18).

В общем количестве органической продукции, продуцируемой экосистемой на определенной территории, можно выделить часть продукции, производимой на сельскохозяйственных землях. При этом, как и для экосистемы в целом, для агроэкосистемы соотношение общего (валового) количества органического вещества, продуцируемого агроэкосистемой, и его количества (нетто) с учетом затрат на потери при дыхании выражается следующим уравнением (5):

$$NPP = GPP - R_a \quad (5)$$

где:  $GPP$  – валовая первичная продукция,

$NPP$  – чистая первичная продукция,

$R_a$  – потери органического вещества при дыхании.

Чистая первичная продукция (Net Primary Productivity, NPP) является базовым параметром, характеризующим количество солнечной энергии, конвертированной в процессе фотосинтеза в органическое вещество растений, и измеряемой в единицах энергии или в количестве углерода, аккумулированного в биомассе растений. Мониторинг динамики его годовых значений для земель сельскохозяйственного назначения позволяет оценить баланс углерода и возможное влияние направленности трендов его производства на экосистемное состояние территории, включая уровень биопродуктивности, почвенное плодородие и так далее, а также получать сопоставимые оценки данного параметра с другими регионами.

Данные о годовых значениях NPP, полученные по результатам обработки спутниковых сцен сенсора MODIS, выгружены из центра дистрибуции данных LPDAAC (The Land Process Distributed Active Archive Center) [28], который является одним из нескольких, ориентированных на определенную отрасль знания, центров данных в системе данных о Земле NASA (NASA Earth Observing System Data and Information System, EOSDIS). Архив LPDAAC расположен в центре Науки и наблюдений за ресурсами Земли (USGS Earth Resources Observation and Science, EROS) Геологической службы США в Су-Фолс (Sioux-Falls), Южная Дакота. Одной из возможностей доступа к данным данного архива является инструмент AppEEARS (The Application for Extracting and Exploring Analysis Ready Samples), который представляет эффективный инструмент доступа и преобразования геопространственных данных из различных архивов федерального уровня США.

### Результаты и их обсуждение

Для проведения расчетов по оценке интегрального состояния сельских территорий необходимо провести подготовительные работы по сбору исходных данных, которые находятся в различных источниках информации, и выполнить

несколько циклов расчетов, включая обработку полученной информации, расчет коэффициентов по направлениям развития и комплексного интегрального индикатора.

Для проведения расчетов на уровне районов сбор информации о фактических значениях отдельных показателей формируется на основе данных официальной статистической отчетности [23]. Для уровня сельских поселений используют несколько источников информации, включая, кроме статистической отчетности, также находящуюся в открытом доступе информацию районных администраций и районных Советов. Формирование баз данных показателей развития регионов осуществляется по трем направлениям: экономическому, социальному и экологическому. Первичная апробация методологии сравнения уровней развития трех пилот-районов была проведена с использованием алгоритма Саати [24, 25].

Результаты расчета показателей внутри каждого направления развития методом парных сравнений для пилот-районов по данным за 2018 г. приведены в таблице 1 (интегральный индикатор рассчитан как среднее геометрическое).

Дальнейшие исследования показали, что этот метод не дает реальную картину уровня развития регионов, которую можно использовать для сопоставимого анализа с другими регионами и территориями, если они не включены в состав матриц. Он применим только для относительного сравнения отдельных территорий или районов между собой, кроме того, при увеличении количества объектов сравнения резко возрастает объем матриц и соответственно вычислительная нагрузка при реализации алгоритма.

Использование рейтингового метода показало лучшие возможности как по проведению сравнения с другими территориями, так и по снижению затрат времени на обработку данных. При этом расчет коэффициентов оценки степени текущего состояния внутри каждого направления развития включал перевод каждого показателя в относительные значения (от 0 до 1), поэтому показатели по трем направлениям развития рассчитывали, как среднее арифметическое, а интегральные индикаторы – как среднее геометрическое (формулы 1–4).

**Таблица 1 – Расчет интегральных показателей методом сравнения парных матриц (данные 2018 г.)**

Индикатор	Район		
	Джанкойский	Красногвардейский	Сакский
Экономический	0,177	0,383	0,230
Социальный	0,204	0,357	0,249
Экологический	0,440	0,110	0,210
Интегральный	0,251	0,247	0,229

Для совместимости с другими регионами и с РФ в целом полученные оценки пересчитаны с приведением их к значению индекса за соответствующий период, представляемого рейтинговым агентством «РИА Рейтинг», которое разрабатывает рейтинг социально-экономического положения территорий, построенный на основе агрегирования ключевых показателей регионального развития, что позволяет дать ответ на вопрос об относительном положении в рейтинге того или иного региона, определить диспропорции в уровне регионального развития [28]).

Разработка показателей устойчивого развития возможна на разных уровнях: федеральном, региональном, местном. На этих уровнях могут быть разработаны свои собственные системы показателей, обладающие индивидуальными особенностями. К числу таких показателей принадлежат экологические показатели, которые в большей мере отражают региональную специфику. Учитывая данную особенность экологического индикатора, а также необходимость иметь ряд показателей,

сопоставимых с другими регионами, в работе использован двухэтапный пошаговый расчет, на первом этапе которого рассчитывается интегральный показатель социально-экономического развития районов и региона в целом, который сравнивается с аналогичной оценкой более высокого (федерального) уровня. При расхождении данных оценок региональную оценку приравнивали к оценке более высокого уровня и производили перерасчет по каждому из направлений (социальному и экономическому) для Крыма в целом и для каждого из районов. Результаты расчетов за 2018–2020 гг. сведены в таблицу 2.

**Таблица 2 – Расчет индикаторов развития районов и Республики Крым за 2018–2020 гг. по трем направлениям**

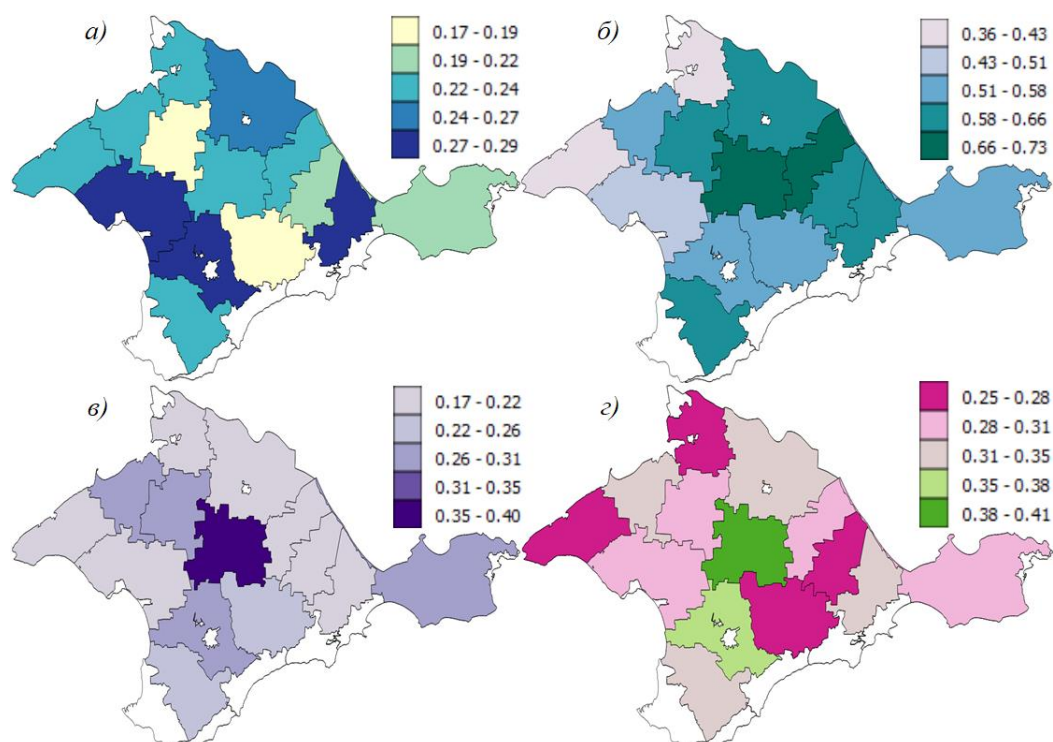
Индикатор	Год	Показатель по районам													РК*, всего	
		Бахчисарайский	Белогорский	Джанкойский	Кировский	Красногвардейский	Красноперекопский	Ленинский	Нижнегорский	Первомайский	Раздольненский	Сакский	Симферопольский	Советский		Черноморский
Экономический	2018	0,30	0,29	0,17	0,20	0,35	0,24	0,26	0,18	0,24	0,18	0,25	0,32	0,18	0,19	0,47
	2019	0,23	0,19	0,21	0,24	0,40	0,27	0,25	0,26	0,29	0,26	0,20	0,25	0,20	0,19	0,41
	2020	0,25	0,22	0,20	0,19	0,40	0,17	0,27	0,18	0,28	0,27	0,21	0,30	0,18	0,18	0,40
Социальный	2018	0,37	0,31	0,36	0,37	0,34	0,27	0,24	0,32	0,30	0,34	0,32	0,38	0,32	0,29	0,38
	2019	0,35	0,27	0,31	0,22	0,30	0,23	0,23	0,31	0,26	0,30	0,35	0,38	0,31	0,29	0,45
	2020	0,24	0,18	0,26	0,29	0,24	0,24	0,21	0,23	0,17	0,24	0,28	0,27	0,21	0,23	0,40
Экологический	2018	0,61	0,58	0,64	0,66	0,76	0,34	0,54	0,70	0,63	0,52	0,51	0,44	0,63	0,44	0,74
	2019	0,63	0,64	0,61	0,64	0,70	0,34	0,63	0,71	0,64	0,55	0,54	0,49	0,53	0,51	0,71
	2020	0,60	0,56	0,63	0,62	0,69	0,36	0,54	0,73	0,60	0,52	0,44	0,53	0,59	0,37	0,72
Интеграл. (соц.-экон.)	2018	0,33	0,30	0,25	0,27	0,34	0,25	0,25	0,24	0,27	0,25	0,28	0,35	0,24	0,23	0,42
	2019	0,28	0,23	0,26	0,23	0,35	0,25	0,24	0,28	0,27	0,28	0,26	0,31	0,25	0,23	0,43
	2020	0,25	0,20	0,23	0,23	0,31	0,20	0,24	0,20	0,22	0,25	0,24	0,28	0,19	0,20	0,40
Интегральный	2018	0,41	0,37	0,34	0,37	0,45	0,28	0,32	0,34	0,36	0,32	0,34	0,38	0,33	0,29	0,51
	2019	0,37	0,32	0,34	0,32	0,44	0,28	0,33	0,39	0,36	0,35	0,34	0,36	0,32	0,30	0,51
	2020	0,33	0,28	0,32	0,32	0,40	0,24	0,31	0,31	0,31	0,32	0,30	0,35	0,28	0,25	0,49

В целом для Республики Крым индикатор социально-экономического направления в 2020 г. снизился на 7 % по сравнению с 2019 г., при этом стабильная ситуация наблюдается в Кировском и Ленинском районах. При этом уровень оценок социально-экономического развития за 2018 г. для соответствующих таблице 1 (расчет по алгоритму Саати) пилот-районов при интегральной рейтинговой оценке (таблица 2) существенно выше для Красногвардейского и Сакского районов.

Расчет интегральных индикаторов для всех районов с учетом экологического направления приведен в нижней части таблицы 2. Учитывая специфику и индивидуальность экологии Крымского полуострова, экологический индикатор принят без пересчета. При учете экологического индикатора общий интегральный показатель для Крыма в целом снизился по сравнению с 2019 г. на 3,6 %.

Для визуального представления результатов расчетов в облачном хранилище NextGIS создана Web-платформа «Интегральные показатели развития сельских территорий» (<http://integraldb.nextgis.com/resource/18/display?panel=layers>). Созданная ГИС содержит в себе слои информации по экономическим, экологическим, социальным и интегральным показателям развития территорий сельских поселений

трех пилот-районов (Джанкойского, Красногвардейского и Сакского) и всех муниципальных районов Крыма в целом.

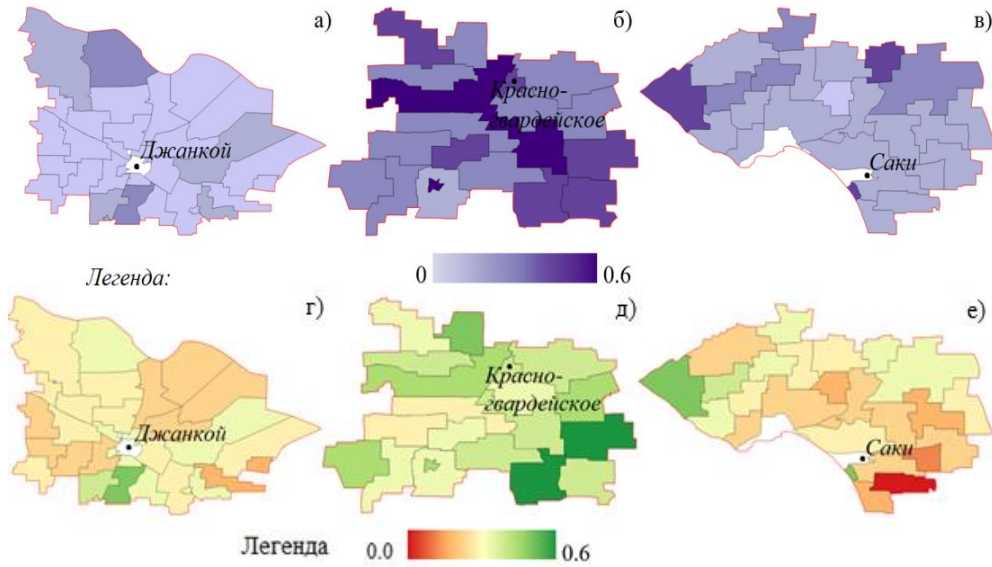


**Рисунок 2 – Социальный (а), экологический (б), экономический (в) и интегральный (г) показатели развития районов Крыма (на 01.01.2021)**

Для оценки интегральных индикаторов развития сельских поселений внутри районов используется аналогичный описанному выше подход – используя векторные маски границ сельских поселений создаются базы данных в рамках трех групп показателей (экономические, социальные, экологические), затем, используя зависимости (1, 2), физические значения показателей переводятся в относительные значения, для которых по каждому направлению определяется рейтинговый агрегированный индикатор (формула 3) и, далее, интегральный индикатор устойчивого развития для каждого из сельских поселений (формула 4). На рисунке 3 приведен пример визуализации результатов расчета экономического и интегрального индикаторов для сельских поселений Джанкойского, Красногвардейского и Сакского районов по данным за 2019 г.

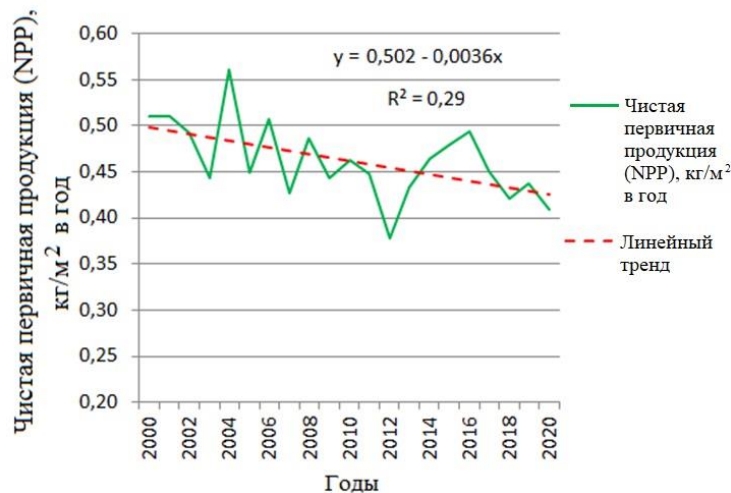
Использование однотипной методологии для мониторинга и анализа территориальных объектов от уровня поселения и выше имеет несомненные преимущества в плане получения сопоставимых оценок на разных уровнях. Вместе с тем, на нижнем уровне (сельское поселение) отсутствует или является трудно доступным большой перечень стандартизированной статистической информации, доступной от уровня района и выше (то есть, объем используемой для анализа информации существенно ниже, что может приводить к искаженным и трудно сопоставимым оценкам). Для повышения уровня информационной обеспеченности на нижнем уровне анализа может быть дополнительно использована спутниковая информация, одним из возможных источников которой являются данные о годовой динамике чистой первичной продукции, получаемые по результатам обработки данных сенсора MODIS (разрешение 500 м) [25].





**Рисунок 3 – Экономический (а, б, в) и интегральный (г, д, е) индикаторы развития сельских поселений Джанкойского, Красногвардейского и Сакского районов соответственно (по состоянию на 01.01.2020)**

Совместный анализ спутниковых данных ДЗЗ об уровне NPP с данными статистической отчетности о валовой сельскохозяйственной продукции (переведенной для сопоставимости между культурами в зерновые единицы) показал различную степень их связи для районов степной части Крымского полуострова от слабой ( $r < 0,4$ ) до очень сильной ( $r > 0,8$ ), что показывает возможность задействования открытых материалов ДЗЗ, в ряде случаев, для косвенного анализа динамики продуктивности территорий по годам и их сопоставления на уровне районов, а также внутри районов в границах сельских поселений. При этом из 12 районов Крыма с высоким уровнем развития растениеводства только для одного района (Джанкойского) уровень связи оказался слабым ( $r = 0,39$ ), для двух районов – средним ( $r = 0,41-0,46$ ), для шести районов – сильным ( $r = 0,64-0,78$ ) и для трех – очень сильным ( $r = 0,82-0,88$ ). Тренд динамики биопродуктивности для большей части территории степного Крыма остается негативным, в том числе для периода 2014–2020 гг. (см. рисунок 4).



**Рисунок 4 – Осредненная по районам степной части Крыма динамика годовых значений чистой первичной продукции (NPP) за период 2000–2020 гг.**

Высокий уровень связи параметров ДЗЗ с данными об уровне валовой продукции для большинства районов степной части Крымского полуострова показал возможность привлечения данного вида информации для получения сопоставимых оценок развития территорий внутри районов, а также как дополнительного индикативного параметра для получения мониторинговых оценок и проведения анализа развития на уровне района и выше.

### Выводы

Мониторинг текущего состояния и моделирование являются одними из ключевых инструментов в стратегическом планировании устойчивого развития территории. В статье рассмотрены подходы к оценке уровня современного состояния сельских территорий, позволяющие оценивать динамику их развития на пространственном уровне от сельских поселений и выше. На базе экосистемного подхода с интеграцией различного рода статистической информации, полученной для объектов различного уровня пространственной детализации, получены результаты оценки состояния сельских территорий от уровня сельского поселения и выше,

Методология рейтинговых оценок показала лучшие возможности для сравнения социально-экономического состояния сельских территорий районов и региона в целом по сравнению с методом сравнения парных матриц.

Интегральный индикатор социально-экономического развития в целом для Республики Крым в 2020 г. снизился на 7 % по сравнению с 2019 г., при этом для Кировского и Ленинского районов он остался на прежнем уровне. Общий интегральный индикатор экосистемного состояния снизился на 3,9 % по сравнению с предыдущим годом и ухудшился для всех районов, кроме Кировского.

Применение данных ДЗЗ позволяет получать оценки годовых значений динамики чистой первичной продукции от уровня севооборотного участка (размер пикселя 500×500 м) до уровня сельских поселений, районов и региона в целом. Динамика тренда осредненного по районам степной части Крыма значения чистой первичной продукции (NPP) за период 2000–2020 гг. является негативной (с величиной снижения около 0,4 % в год). Использование спутниковой информации дает возможность получения дополнительного контроля динамики и тенденций, происходящих на сельских территориях процессов от уровня поля/севооборота и выше.

*Исследование выполнено в рамках бюджетной тематики Министерства науки и высшего образования Российской Федерации Рег. № НИОКТР АААА-А16-116022610123-9*

### Литература

1. Яркова Т. М. Современные технологии развития сельских территорий в России и за рубежом // Креативная экономика. 2021. Т. 15. № 2. С. 379–392. DOI: 10.18334/ce.15.2.111607.
2. Joginder S., Rashmi N., Wajid H., Anant K. Sustainable development for agriculture and environment. SVPDAT. Meerut. UP, 2018. 280 p.
3. Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН, принятая 25 сентября 2015 года. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://documents-ddsny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/291/92/PDF/> (дата обращения 01.10.2021).
4. Медолазов А. С. Приоритеты социально-экономического развития сельских муниципальных образований Орловской области // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2012. № 6. С. 16–21.
5. Ускова Т. В. Пространственное развитие территорий: состояние, тенденции, пути снижения рисков // Проблемы развития территории. 2015. № 1. С. 7–15.
6. Староверова Г. С., Медведев А. Ю. Сельская территория как среда обитания и сфера жизнедеятельности человека // Проблемы развития территории. 2014. № 5. С. 112–122.
7. Swaminathan M. S. The cooperative pathway of enhancing rural livelihood and nutrition security // International Journal of Rural Management. 2013. No. 91. P. 115. DOI: 10.1177/0973005213479065.
8. Бобылев С. Н. Индикаторы устойчивого развития для России // Социально-экологические технологии. Вестник МГГУ им. М. А. Шолохова. 2012. № 1. С. 8–18.
9. Третьякова Л. А., Лаврикова Н. И. Качество жизни населения индикатор устойчивости развития сельских территорий // Экономика региона. 2012. № 3. С. 227–233.

10. Газизов Р. М. Устойчивое развитие сельских территорий: метод оценки и типологизации (на примере Красноярского края) // Актуальные проблемы экономики и права. 2014. № 3. С. 34–42.
11. Alaimo L. S., Maggino F. Sustainable development goals indicators at territorial level: conceptual and methodological issues – the Italian perspective // Social Indicators Research. 2020. Vol. 147. P. 383–419. DOI: 10.1007/s11205-019-02162-4.
12. Constantin V., Ștefănescu L., Kantor C. M. Vulnerability assessment methodology: A tool for policy makers in drafting a sustainable development strategy of rural mining settlements in the Apuseni Mountains, Romania // Environmental Science & Policy. 2015. Vol. 52. P. 129–139. DOI: 10.1016/j.envsci.2015.05.010.
13. Черданцев В. П., Шаклеина С. А. Методика экспресс-анализа устойчивого развития сельских территорий // Аграрный вестник Урала. 2016. № 3. С. 113–118.
14. Li X., Yang H., Jia J., Shen Y., Liu J. Index system of sustainable rural development based on the concept of ecological livability // Environmental Impact Assessment Review. 2021. Vol. 86. P. 106–478. DOI: 10.1016/j.ear.2020.106478.
15. Яркова Т. М. Современные технологии развития сельских территорий в России и за рубежом // Креативная экономика. 2021. Т. 15. № 2. С. 379–392.
16. Losch V. Can we still only think «rural»? Bridging the rural-urban divide for rural transformation in a globalized world // Development. 2015. Vol. 58. Iss. 2–3. P. 169–176. DOI: 0.1057/s41301-016-0015-3.
17. Соколов А. В. Форсайт: взгляд в будущее // Форсайт. 2007. №1 (1) С. 8–11.
18. Тарасенко В. С. Крым в параметрах устойчивого развития. Симферополь: Оригинал-М, 2008. 192 с.
19. Устойчивый Западный Крым. Крымские золотые пески: коллективная монография // Под ред. Тарасенко В. С. [и др.]. Симферополь: Бизнес-Информ, 2014. 472 с.
20. Экология Крыма. Угрозы устойчивому развитию. План действий: коллективная монография // Под ред. Тарасенко В. С. [и др.]. Симферополь: ИТ «Ариал», 2014. 183 с.
21. Калафатов Э. А. Об устойчивом развитии сельских территорий макрорегиона // Вестник СевКавГТИ. 2017. № 29. С. 37–41.
22. Калафатов Э. А. Формирование стратегических направлений развития сельских территорий Республики Крым // Международное научное издание «Современные фундаментальные и прикладные исследования». 2017. № 4. С. 71–77.
23. Официальная статистика ФСГС по Республике Крым. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://crimea.gks.ru> (дата обращения 07.06.2021).
24. Саати Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 278 с.
25. Андрейчиков А. В., Андрейчикова О. Н. Анализ, синтез, планирование решений в экономике. М.: Финансы и статистика, 2004. 464 с.
26. Ахмедханова А. И., Кожемякина В. А., Мамаев И. И. Применение матриц в экономике // Международный студенческий научный вестник. 2015. № 34. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://eduherald.ru/gu/article/view?id=14118> (дата обращения: 03.09.2021).
27. Рейтинг социально-экономического положения регионов 2020. RIARATING.RU. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://riarating.ru/infografika/20200602/630170513.html> (дата обращения: 09.07.2021).
28. Running S., Zhao M. MOD17A3HGF MODIS/ Terra Net Primary Production Gap-Filled Yearly L4 Global 500 m SIN Grid V006 [Dataset]. NASA EOSDIS Land Processes DAAC. 2019. DOI: 10.5067/MODIS/MOD17A3HGF.006.
29. Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Республики Крым в 2020 году. Симферополь. 2021. 404 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://meco.rk.gov.ru/gu/index> (дата обращения: 11.06.2021).

## References

1. Yarkova T. M. Modern technologies of rural territories development in Russia and abroad // Kreativnaya ekonomika (Creative Economy). 2021. Vol. 15. No. 2. P. 379–392. DOI: 10.18334/ce.15.2.111607.
2. Joginder S., Rashmi N., Wajid H., Anant K. Sustainable development for agriculture and environment. SVPUAT. Meerut. UP, 2018. 280 p.
3. Resolution of the UN General Assembly, adopted on September 25, 2015. Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. [Electronic resource]. Access point: <https://documents-ddsny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/291/92/PDF/> (reference's date 01.10.2021).
4. Medolazov A. S. Priorities of socio-economic development of rural municipalities of Oryol region, Russia // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2012. No. 6. P. 16–21.
5. Uskova T. V. Spatial development of territories: state, trends, ways to reducing risks // Problems of territory's development. 2015. No. 1. P. 7–15.
6. Staroverova G. S., Medvedev A. Yu. Rural area as a habitat and living environment of a human // Problems of territory's development. 2014. No. 5. P. 112–122.

7. Swaminathan M. S. The cooperative pathway of enhancing rural livelihood and nutrition security // International Journal of Rural Management. 2013. No. 91. P. 115. DOI: 10.1177/0973005213479065.
8. Bobylev S. N. Indicators of sustainable development for Russia // Environment and Human: Ecological Studies (Socialno-ecologicheskie Technologii). 2012. No. 1. P. 8–18.
9. Tretyakova L. A., Lavrikova N. I. Quality of the population life is an indicator of sustainable development of rural areas // Economy of Region. 2012. No. 3. P. 227–233.
10. Gazizov R. M. Stable development of rural territories: method of estimation and typologization (on the example of Krasnoyarsk region) // Actual problems of economics and law. 2014. No. 3. P. 34–42.
11. Alaimo L. S., Maggino F. Sustainable development goals indicators at territorial level: conceptual and methodological issues – the Italian perspective // Social Indicators Research. 2020. Vol. 147. P. 383–419. DOI: 10.1007/s11205-019-02162-4.
12. Constantin V., Ștefănescu L., Kantor C. M. Vulnerability assessment methodology: a tool for policy makers in drafting a sustainable development strategy of rural mining settlements in the Apuseni Mountains, Romania // Environmental Science & Policy. 2015. Vol. 52. P. 129–139. DOI: 10.1016/j.envsci.2015.05.010.
13. Cherdantsev V. P., Shakleina S. A. Methods for the express analysis of sustainable development of rural territories // Agrarian Bulletin of the Urals. 2016. No. 3. P. 113–118.
14. Li X., Yang H., Jia J., Shen Y., Liu J. Index system of sustainable rural development based on the concept of ecological livability // Environmental Impact Assessment Review. 2021. Vol. 86. P. 106–478. DOI: 10.1016/j.eiar.2020.106478.
15. Yarkova T. M. Modern technologies for the development of rural areas in Russia and abroad // Creative Economy. 2021. Vol. 15. No. 2. P. 379–392.
16. Losch B. Can we still only think «rural»? Bridging the rural-urban divide for rural transformation in a globalized world // Development. 2015. Vol. 58. Iss. 2–3. P. 169–176. DOI: 0.1057/s41301-016-0015-3.
17. Sokolov A. V. Foresight: Looking into the Future // Foresight. 2007. No. 1 (1). P. 8–11.
18. Tarasenko V. S. Crimea in the parameters of sustainable development. Simferopol: Original-M, 2008. 192 p.
19. Stable Western Crimea. Crimean golden sands: collective monograph // Ed. by Tarasenko V. S. [et al.]. Simferopol: Business-Inform, 2014. 472 p.
20. Ecology of Crimea. Threats to sustainable development. Action plan: collective monograph // Ed. by Tarasenko V. S. [et al.]. Simferopol: “Arial Publ.”, 2014. 183 p.
21. Kalafatov E. A. On the sustainable development of rural areas of the macroregion // Scientific Bulletin of SevKavGTI. 2017. No. 29. P. 37–41.
22. Kalafatov E. A. Formation of strategic directions of development of rural territories of the Republic of Crimea // Modern fundamental and applied research. 2017. No. 4. P. 71–77.
23. Official statistics of the FSSS for the Republic of Crimea. [Electronic resource]. Access point: <http://crimea.gks.ru> (reference’s date 06.07.2021).
24. Saati T. L. Making decisions. Method of analysis of hierarchies. Moscow: Radio i svyaz, 1993. 278 p.
25. Andreychikov A. V., Andreychikova O. N. Analysis, synthesis, planning decisions in the economy. Moscow: Finansy i statistika, 2004. 464 p.
26. Akhmedkhanova A. I., Kozhemyakina V. A., Mamaev I. I. Application of matrices in economics // International student scientific bulletin. 2015. No. 34. [Electronic resource]. Access point: <https://eduherald.ru/ru/article/view?Id=14118> (reference’s date 09.03.2021).
27. Rating of the socio-economic situation of the regions 2020. RIARATING.RU. Electronic resource. Access point: <https://riarating.ru/infografika/20200602/630170513.html> (reference’s date 07.09.2021).
28. Running S., Zhao M. MOD17A3HGF MODIS / Terra Net Primary Production Gap-Filled Yearly L4 Global 500 m SIN Grid V006 [Dataset]. NASA EOSDIS Land Processes DAAC. 2019. DOI: 10.5067/MODIS/MOD17A3HGF.006.
29. Report on the state and protection of the environment in the territory of the Republic of Crimea in 2020. Simferopol. 2021. 404 p. [Electronic resource]. Access point: <https://meco.rk.gov.ru/ru/index> (reference’s date 11.06.2021).

UDC 332.14:504.03

Dunaieva Ie. A., Popovich V. V., Vecherkov V. V.

## METHODOLOGICAL APPROACHES TO ASSESSING THE CONDITION OF RURAL AREAS

*Summary.* Currently, for the agro-industrial complex development, it is necessary to apply new modern methodological approaches. Among the variety of methods, it is advisable to choose those methodological approaches that will make it possible to form the optimal directions for socio-economic development of rural areas more adequately, provided they

*improve the integral ecosystem state. This article is devoted to the development of a methodology for searching, selecting, calculating key parameters and integral indicators having a significant impact on the state and development of agricultural territories. The research aims to study the possibilities of integrating assessments based on the processing of statistical reporting materials and Earth remote sensing (ERS) data. The novelty of the work is in the development of a methodological approach for using statistical reporting data and indirect remote sensing data on the level of territory bioproductivity (net primary production) at various levels of spatial analysis (from the level of rural settlement and above). A database of indicators of ecosystem state of rural areas for various levels of integration (from a rural settlement and above) was created using modern software. Moreover, comparable level indicators of their current state were calculated; procedures for spatial visualization of the calculation results for pilot districts and Crimea as a whole were developed. The indicator of the socio-economic direction in 2020 for the Republic of Crimea decreased by 7 % compared to 2019; only for the Kirovsky and Leninsky districts, it remained at the same level. Considering the ecological indicator, the overall integral indicator of the ecosystem state of territories decreased by 3.9 % and worsened for almost all districts (except Kirovsky). The use of satellite information to analyze the dynamics of the development of rural areas showed the continuing negative trend in annual indicators of bioproductivity (about 1.2 % on average per year for the period 2000–2020). All visualization data are implemented through a server web platform using GIS software product – NextGISWeb to allow a third-party user having an opportunity to access the available information to conduct analytical or management activities.*

**Keywords:** rural territories, sustainable development, development indicators, GIS technologies, visualization, net primary production, MODIS, NPP.

Дунаева Елизавета Андреевна, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела цифрового мониторинга и моделирования агроэкосистем ФГБУН «Научно исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295493, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: dunaeva\_e@niishk.ru.

Попович Валентина Владимировна, научный сотрудник отдела цифрового мониторинга и моделирования агроэкосистем ФГБУН «Научно исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295493, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: valentina\_v\_p@mail.ru.

Вечерков Валентин Валериевич, младший научный сотрудник отдела цифрового мониторинга и моделирования агроэкосистем ФГБУН «Научно исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295493, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: v.valenteen11@yandex.ru.

Dunaieva Ielizaveta Andreevna, Cand. Sc. (Techn.), leading researcher of digital monitoring and agroecosystem modeling Department, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493, Russia; e-mail: dunaeva\_e@niishk.ru.

Popovich Valentina Vladimirovna, researcher of digital monitoring and agroecosystem modeling Department, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493, Russia; e-mail: valentina\_v\_p@mail.ru.

Vecherkov Valentin Valerievich, junior researcher of digital monitoring and agroecosystem modeling Department, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493, Russia; e-mail: v.valenteen11@yandex.ru.

*Дата поступления в редакцию – 02.10.2021.*

*Дата принятия к печати – 12.11.2021.*