

## Экономика природопользования

*Клюкин Н.Ю., Гутников В.А.*

### Эффективность использования агроресурсов в России и в мире

*Клюкин Николай Юрьевич* — ученый секретарь, ФГБУ «Центральный научно-исследовательский и проектный институт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации», Москва, РФ.

E-mail: [nkljukin@gmail.com](mailto:nkljukin@gmail.com)

SPIN-код РИНЦ: [1380-9210](#)

*Гутников Владимир Анатольевич* — кандидат технических наук, заместитель генерального директора по научной и учебной работе, ФГБУ «Центральный научно-исследовательский и проектный институт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации», Москва, РФ.

E-mail: [lomonosov25@rambler.ru](mailto:lomonosov25@rambler.ru)

SPIN-код РИНЦ: [3210-4569](#)

#### Аннотация

Прогнозирование численности населения региона или страны лежит в основе долгосрочного государственного планирования потребностей и возможностей не только сельскохозяйственного комплекса, но и других отраслей экономики и научно-технического развития.

В работе предложена методика оценки потенциальной численности населения региона, в данном случае Российской Федерации, на основе возможностей сельскохозяйственного комплекса, включающего производство основных зерновых и масличных культур, мяса и рыбы, с использованием доступных мировых статистических данных. На основе разработанной авторами модели, имеющей в основе систему линейных уравнений множественной регрессии, показано, что потенциальное производство продуктов питания на территории Российской Федерации достаточно для пропитания населения в размере около 700 млн человек. Моделирование потенциальной численности населения ведется на основе следующих параметров: площадь пахотных земель, площадь сельскохозяйственных земель, оборудованных для ирригации, удельных доз вносимых минеральных удобрений (азотных, фосфорных и калийных), производство основных зерновых культур (пшеница яровая и озимая), ячмень (озимый и яровой), бобы, гречка, кукуруза на зерно, просо, овес, рис, рожь (озимая и яровая), сезам, сизаль, сорго и тритикале) и масличные культуры (soя и подсолнечник), производство шротов масличных культур, а также производство всех видов мяса (говядина, свинина, птица и другие виды мяса). Для разработки и верификации модели использованы доступные мировые статистические данные по странам и регионам по площадям сельскохозяйственных земель, сельскохозяйственным культурам и численности населения с 1961 по 2016 гг.

#### Ключевые слова

Агропромышленный потенциал Российской Федерации, агросфера, сельское хозяйство, прогноз, моделирование, динамика, пахотные земли, страны бывшего СССР.

#### Введение

Производство продуктов питания является базовой отраслью народного хозяйства, от возможностей которой существенно зависят экономическая ситуация в стране и благосостояние населения. Продовольственная безопасность является необходимым условием экономической и политической независимости государства.

Прогнозирование и связанное с ним регулирование других отраслей хозяйства и экономики в целом слабо достижимы без твердого понимания возможностей сельского хозяйства. Целью работы является оценка потенциала сельскохозяйственных ресурсов России на основе анализа динамики развития сельскохозяйственной отрасли с 1961 по 2016 гг. методом математического моделирования с использованием мировой статистики по агропродукции.

### ***Материал, методика и история изучения проблемы***

Динамика сельскохозяйственной отрасли (растениеводства, мясной и рыбной промышленности) оценивалась по России с 1961 по 2016 гг. Для оценки использованы также данные по странам, входившим в состав бывшего СССР, так как Российская Федерация до 1991 года была частью Советского Союза.

Для анализа были выбраны такие параметры, как площадь пахотных земель, площадь земель оборудованных для ирригации, основные зерновые (пшеница яровая и озимая, ячмень, бобы, гречка, кукуруза на зерно, просо, овес, рис, рожь, сезам, сизаль, сорго и тритикале) и масличные культуры (соя и подсолнечник), а также производство всех видов мяса и рыбы с 1961 по 2016 гг.

Моделирование динамики и факторов воспроизводства численности мирового населения широко представлено в работах российских и зарубежных ученых демографов, физиков, биологов, математиков<sup>1</sup>: [Verhulst 1845; Mesarovic, Pestel 1974, 32–56; Форрестер 2003; Meadows, Randers, Meadows 2006, 129–181, 285–289; Марксистско-ленинская теория народонаселения 1974 Вишнеvский 1978, 51; Егоров и др. 1980, 20; Капица 1996; Кондратьев 1996, 38; Капица 1999, 42–50; Чечулин и др. 2014; Шоркин 2015, 5–22].

История развития сельского хозяйства рассматривалась учеными историками в отрыве от численности населения, проживающего в описываемые периоды: [Турчинович 1854; Mazoyer, Roudart 2006]. Историками также никогда не рассматривались предельные возможности текущих сельскохозяйственных технологий.

Результаты, полученные данными авторами, сводятся в основном к тому, что рост численности населения можно описать графиком, имеющим вид S-образной

---

<sup>1</sup> См. также: Kaneda T., Haub C. How Many People Have Ever Lived on Earth? // Population Reference Bureau [Электронный ресурс]. URL: <https://www.prb.org/howmanypeoplehaveeverlivedonearth/> (дата обращения: 12.04.2019); Demographic and Human Capital Scenarios for the 21st Century: 2018 assessment for 201 countries: Executive Summary. Lutz W., Anne Goujon, Samir KC, Marcin Stonawski, Nikolaos Stilianakis (eds.). Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018 [Электронный ресурс]. URL: [http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/15226/1/lutz\\_et\\_al\\_2018\\_demographic\\_and\\_human\\_capital.pdf](http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/15226/1/lutz_et_al_2018_demographic_and_human_capital.pdf) (дата обращения: 12.04.2019).

кривой, описанным уравнением, где ключевым фактором является время. Никто не сомневается в наличии в абсолютно любых процессах фаз зарождения (пологая часть S-образной кривой), развития (быстрая фаза — график крутой) и замедления развития (верхняя пологая часть S-образной кривой). В конечном счете так и будет (в случае замыкания человечества в пределах планеты), но человечество является наиболее сложной живой системой, которой присуща, помимо прочих, отдельная форма движения материи — социальная. В тоже время у этих авторов не рассмотрена динамика агроресурсов, урожайности культур, продуктивность скота и птицы, состояние агротехнологий, что не позволяло им оценить ресурсный потенциал и, как следствие, спрогнозировать численность населения.

### **Результаты и обсуждение**

Согласно данным ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных наций — Food and Agricultural Organization of the United Nations) (таблица 1), с 1961 по 2016 гг. площадь пахотных земель в мире выросла на 10%. Динамика пахотных земель стран, входивших в состав бывшего СССР, показывает, что площади их пашни неуклонно сокращались: с 1961 по 2016 гг. площадь сократилась на 12%, причем площади пахотных земель сокращались и при СССР. Так, с 1961 по 1990 гг. площадь пахотных земель СССР сократилась почти на 5%. Вероятно, это было связано с проблемой деградации сельскохозяйственных земель. В РФ с 1995 по 2016 г. площадь пахотных земель сократилась на 1%.

**Таблица 1. Динамика площади пахотных земель, млн га<sup>2</sup>**

	1961	1995	2000	2005	2010	2016	Рост,%
<b>Страны бывшего СССР</b>	235,4	205,0	211,4	205,0	202,5	208,1	-12
<b>Российская Федерация</b>		124,8	124,4	121,8	119,0	123,1	-1
<b>Мир в целом</b>	1 291,6	1405,9	1 399,7	1 405,8	1 388,3	1 423,8	10

Площади орошаемых земель (таблица 2) в мире выросли на 107%. В СССР до распада площади орошаемых сельскохозяйственных земель увеличились более чем в два раза — на 121% с 9,4 (в 1961 г.) до 21,4 млн га (в 1991 г.). После 1991 года площадь орошаемых земель сократилась с 21,4 млн га до 18,9 млн га в 2016 г (рост 1961–2016 —

<sup>2</sup> Составлено авторами на основе данных: Food and Agricultural Organization of the United Nations // FAOSTAT [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (дата обращения: 15.03.2019); PSD ONLINE // USDA. Foreign Agricultural Service. 2017 [Электронный ресурс]. URL: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery> (дата обращения: 12.04.2019).

101%). Площадь орошаемых земель в РФ с 1995 по 2016 гг. сократилась на 20%, несмотря на то, что это наиболее продуктивные земли.

**Таблица 2. Динамика площади орошаемых земель, млн га<sup>3</sup>**

	1961	1995	2000	2005	2010	2016	Рост, %
Страны бывшего СССР	9,4	21,4	19,5	19,1	18,9	18,9	101
Российская Федерация		5,4	4,6	4,6	4,3	4,3	-20
Мир в целом	161,1	271,8	288,0	310,1	322,0	334,3	107

С 1961 по 2016 гг. население мира выросло до 7 млрд 467 млн человек, прирост составил 142% (таблица 3), за этот же период население бывшего СССР выросло незначительно — на 35%. Население РФ с 1995 по 2016 гг. сократилось на 3%.

**Таблица 3. Динамика численности населения, млн чел.<sup>4</sup>**

	1961	1995	2000	2005	2010	2016	Рост, %
Страны бывшего СССР	217,8	290,4	287,6	285,2	287,4	294,5	35
Российская Федерация		149	146,4	143,6	143,2	144,0	-3
Мир в целом	3 075,1	5 735,1	6 126,6	6 519,6	6 929,7	7 467,0	142

На фоне активно растущего городского населения рост сельского населения незначителен (таблица 4), причем прирост традиционно основного кормильца по миру всего составил 66%, в странах бывшего СССР численность сельского населения сократилась на 5%. В РФ с 1995 по 2016 гг. сокращение сельского населения составило 7%.

**Таблица 4. Численность сельского населения, млн чел.<sup>5</sup>**

	1961	1995	2000	2005	2010	2016	Рост%
Страны бывшего СССР	109,3	101,9	102,2	101,7	102,8	103,5	-5
Российская Федерация		39,6	39,1	38,2	37,8	36,7	-7
Мир в целом	2 031,8	3 173,8	3 271,6	3 315,1	3 344,9	3 370,8	66

Удельная площадь пашни на человека в мире с 1961 по 2016 год неуклонно сокращалась (таблица 5), увеличивая нагрузку на сельское хозяйство: в 1961 г. на человека в мире приходилось 0,42 га пашни, а в 2016 г. удельная площадь сельскохозяйственных земель под пашней сократилась до 0,19 га/чел. (снижение на

<sup>3</sup> Составлено авторами на основе данных: Food and Agricultural Organization of the United Nations // FAOSTAT [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (дата обращения: 15.03.2019); PSD ONLINE // USDA. Foreign Agricultural Service. 2017 [Электронный ресурс]. URL: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery> (дата обращения: 12.04.2019).

<sup>4</sup> Составлено авторами на основе данных: Там же.

<sup>5</sup> Составлено авторами на основе данных: Там же.

55%). В странах бывшего СССР удельная доля пашни сократилась на 35% и достигла в 2016 г. 0,71 га на одного человека. В РФ с 1995 по 2016 гг. удельная площадь пахотных земель увеличилась на 4%. Итак, несмотря на общее сокращение доли пахотных земель, в странах бывшего СССР площадь пахотных угодий, приходящаяся на одного жителя, всегда была больше, чем по миру, что позволяет использовать данный потенциал для интенсификации сельского хозяйства.

**Таблица 5. Удельная площадь пахотных земель, приходящаяся на одного человека, га/чел.<sup>6</sup>**

	1961	1995	2000	2005	2010	2016	Рост%
Страны бывшего СССР	1,08	0,71	0,74	0,72	0,70	0,71	-35
Российская Федерация		0,82	0,85	0,85	0,83	0,85	4
Мир в целом	0,42	0,25	0,23	0,22	0,20	0,19	-55

Таблица 6 характеризует удельный показатель площади пахотных угодий, приходящейся на одного сельского жителя. Если в 1961 г. в среднем по миру на одного сельского жителя приходилось 0,64 га обрабатываемой земли, то в 2016 г. — только 0,42 га (-34%). В России с 1995 по 2016 гг. данный показатель вырос на 9%, до 3,35 га. Для стран бывшего СССР площадь обрабатываемой земли на одного сельского жителя снизилась на 7%, до 2,01 га. Разница в данном показателе для разных регионов говорит о том, что более верно было бы учитывать удельную площадь обрабатываемой земли на численность населения, занятого в сельском хозяйстве, а не на все население, проживающее в сельской местности.

**Таблица 6. Удельная площадь пахотных земель, приходящихся на одного сельского жителя, га/чел<sup>7</sup>**

	1961	1995	2000	2005	2010	2016	Рост
Страны бывшего СССР	2,15	2,01	2,07	2,02	1,97	2,01	-7
Российская Федерация		3,08	3,18	3,19	3,15	3,35	9
Мир в целом	0,64	0,44	0,43	0,42	0,42	0,42	-34

В странах бывшего Советского Союза удельная площадь обрабатываемых сельскохозяйственных земель, приходящаяся на одного сельского жителя, сократилась менее значительно, чем в целом по миру, — на 7%, по сравнению с 34%. При этом

<sup>6</sup> Составлено авторами на основе данных: Food and Agricultural Organization of the United Nations // FAOSTAT [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (дата обращения: 15.03.2019); PSD ONLINE // USDA. Foreign Agricultural Service. 2017 [Электронный ресурс]. URL: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery> (дата обращения: 12.04.2019).

<sup>6</sup> Составлено авторами на основе данных: Там же.

<sup>7</sup> Составлено авторами на основе данных: Там же.

выросло производство на душу населения зерновых и масличных культур (таблица 7). Основным фактором явился рост производительности труда в сельском хозяйстве в связи с развитием механизации, внедрением цифровых технологий в сельскохозяйственное производство, новыми технологиями в ирригации и т.д.

**Таблица 7. Удельное производство зерновых и масличных культур, кг/чел. в год<sup>8</sup>**

	1961	1995	2000	2005	2010	2016	Рост, %
Страны бывшего СССР	568,4	447,0	447,9	596,4	539,4	924,0	62
Российская Федерация		446,7	466,6	579,0	459,9	913,6	105
Мир в целом	299,6	362,3	371,3	391,3	405,6	407,2	50

Средний удельный показатель удельного производства основных масличных и зерновых культур на душу населения по миру составляет 407,2 кг/чел. в год. С 1961 г. по 2016 г. этот показатель в мире вырос на 50% (таблица 7). В РФ данный показатель вырос с 1995 по 2016 г на 105%, до 913 кг/чел, аналогичный рост показали и страны бывшего СССР. Рост показателя связан с ростом урожайности в 2016 году.

Показатель удельного производства сельскохозяйственных культур характеризует производительность труда в сельском хозяйстве (таблица 8). Производительность сельского труда стран бывшего СССР составила 2629,8 кг/чел. в год и превысила этот показатель с 1961 г. на 132%. В России производительность труда в производстве зерновых и масличных культур в 2016 г. превысила среднемировой уровень в 4 раза и составила 3583,2 кг/чел. в год. Среднемировой показатель производительности сельского труда вырос за период с 1961 по 2016 гг. на 118%.

**Таблица 8. Удельное производство зерновых и масличных культур на душу сельского населения, кг/чел. в год<sup>9</sup>**

	1961	1995	2000	2005	2010	2016	%
Страны бывшего СССР	1 133,0	1 273,3	1 260,1	1 672,6	1 507,4	2629,8	132
Российская Федерация		1673,9	1746,5	2177,1	1742,1	3583,2	114
Мир в целом	453,4	654,7	695,4	769,6	840,4	902,0	118

Производство мяса в мире с 1961 по 2016 гг. выросло на 345% и достигло уровня 318 млн т (таблица 9). В странах бывшего СССР наблюдается менее значительный прирост продукции мясного животноводства с 1961 г. по 2016 год (рост

<sup>8</sup> Составлено авторами на основе данных: Food and Agricultural Organization of the United Nations FAOSTAT [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (дата обращения: 15.03.2019); PSD ONLINE // USDA. Foreign Agricultural Service. 2017 [Электронный ресурс]. URL: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery> (дата обращения: 12.04.2019).

<sup>9</sup> Составлено авторами на основе данных: Там же.



84%), в Российской Федерации рост с 1990 по 2016 гг. составил всего 10% (с 1995 по 2016 гг. мясная промышленность выросла на 58%) в связи с высоким уровнем производства до 1992 года. С 1992 по 2000 гг. производство мяса всех категорий в странах бывшего СССР сначала сократилось более чем в два раза, с 20,01 в 1991 г. до 8,87 млн т в год (в 2000 г.). Рост производства мяса начался в странах бывшего СССР, включая Россию, после 2000 г. и к 2016 г. общий объем производства вырос до 16,0 млн т в год, то есть не достиг объема производства в СССР в 1990 г. Это говорит о мощном экономическом ударе по мясному животноводству, нанесенном в 90-е годы в период смены экономической формации. За 15 лет производство мяса увеличилось более чем вдвое, превысив в 2016 г. на 10% показатель 1990 г.

**Таблица 9. Производство мяса по регионам мира, млн. т в год<sup>10</sup>**

	1961	1995	2000	2005	2010	2016	%
<b>Страны бывшего СССР</b>	8,7	11,3	8,9	9,9	13,3	16,0	84
<b>Российская Федерация</b>		5,8	4,4	4,9	7,2	9,1	10
<b>Мир в целом</b>	71,4	209,3	229,5	255,3	293,2	317,9	345

Производство всех видов мяса в мире в среднем за 55 лет показало прирост в 345%, но при этом выросло и население Земли. С 1961 по 2016 гг. население в мире выросло на 4 млрд 190 млн человек, то есть на 136%. Численность населения в странах бывшего СССР на 34% [Капица 1999]. Производство мяса в мире обгоняет рост населения РФ на 76% (таблица 10), а в странах бывшего СССР — на 43%. В мире данный показатель с 1961 г. вырос на 92% и составил 44,3 кг/чел. в год.

**Таблица 10. Удельное производство мяса на человека, кг/чел. в год<sup>11</sup>**

	1961	1995	2000	2005	2010	2016	%
<b>Страны бывшего СССР</b>	39,9	69,4	30,8	34,6	46,4	57,4	43
<b>Российская Федерация</b>		39,0	30,4	34,7	50,1	68,8	76
<b>Мир в целом</b>	23,4	34,1	37,5	39,2	42,3	44,3	92

В Российской Федерации за период с 2000 по 2016 гг. увеличилось удельное производство мяса на 109%, с 30,4 до 62,9 кг/чел. в год. Удельное производство мяса в странах бывшего СССР в 1995 г. составлял 69,4 кг/чел. в год (таблица 10). В мире в целом производство мяса на душу населения значительно отстает от данного

<sup>10</sup> Составлено авторами на основе данных: Food and Agricultural Organization of the United Nations FAOSTAT [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (дата обращения: 15.03.2019); PSD ONLINE // USDA. Foreign Agricultural Service. 2017 [Электронный ресурс]. URL: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery> (дата обращения: 12.04.2019).

<sup>11</sup> Составлено авторами на основе данных: Там же.

показателя в России и составляет в 2016 г. 44,3 кг/чел. в год. Министерство здравоохранения Российской Федерации рекомендует потреблять в пищу мяса и мясных продуктов не менее 70 кг в год на человека<sup>12</sup>, что близко к удельному показателю производства мяса в России в 2016 году.

В СССР большая часть выловленной рыбы приходилась на РСФСР, как имеющую наибольшую морскую береговую зону. После развала рыбной отрасли в девяностые годы Россия с 2000 г. по 2013 г. прибавила 25% отрасли, не достигнув уровня 1990 г. — 6,9 млн т в год (таблица 11). Вылов и выращивание морской рыбы выросли значительно до 155 млн т в год, увеличившись с 1961 г. на 299%.

**Таблица 11. Вылов и производство рыбы, млн т в год<sup>13</sup>**

	1961	1985	1990	2000	2005	2010	2013	%
Страны бывшего СССР	3,1	8,2	7,1	3,7	4,0	4,5	4,7	53
Российская Федерация			6,9	2,6	2,7	3,2	3,3	25
В мире	38,8	85,0	96,5	123,5	134,0	145,1	154,8	299

Для расчета потенциальной численности населения Российской Федерации на основе оценки возможности мирового сельского хозяйства — производства основных зерновых и масличных культур, всех видов мяса и рыбы — разработана прогнозная модель [Клюкин, Гутников 2018].

Современный рацион скота и птицы на 80% состоит из зерновых культур (60,5%) и масличных шротов (19,7%). Эти же культуры являются главными для пропитания и населения. В шротах масличных культур содержание белка доходит до 50%, что повышает питательную ценность кормов и позволяет ускорить выращивание и получать больший вес у мясных видов животных (говядины и свинины), а также птицы. Доля шротов масличных культур в рационе сельскохозяйственных животных и птиц за период с 1961 по 2016 гг. выросла с 3% до 20% [Там же 2018].

Объем производства зерновых и масличных культур оценивается на основе потенциально возможной урожайности, которая зависит от таких факторов, как вносимые дозы азотных, фосфорных и калийных удобрений, площади поливных земель и использование паров в севообороте. Потенциальное производство мяса оценивается

<sup>12</sup> Приказ Министерства здравоохранения РФ от 19 августа 2016 года № 614 "Об утверждении Рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания" // Гарант.ру [Информационно-правовой портал]. URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71385784/> (дата обращения: 15.03.2019).

<sup>13</sup> Составлено авторами на основе данных: Food and Agricultural Organization of the United Nations // FAOSTAT [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (дата обращения: 15.03.2019); PSD ONLINE // USDA. Foreign Agricultural Service. 2017 [Электронный ресурс]. URL: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery> (дата обращения: 12.04.2019).



по производству зерновых и масличных культур, используемых на корм скоту, и их производных (масличных шротов).

В модели не учитываются экономические и социальные условия жизни населения, а также климатические флуктуации. Оценка ведется исключительно по обеспеченности населения зерновыми культурами, масличными и мясом за период с 1961 по 2016 г., показатель обеспеченности рыбными ресурсами не участвовал в расчете модели, так как данный показатель трудно прогнозируемый. За годовую норму зерновых культур и продуктов из них в рационе человека принята за 100 кг/чел. в год на основании рекомендации Минздрава России, где рекомендуется съедать 96 кг зерновых в разных формах — мука, макароны и т.д.<sup>14</sup> Верификация модели проведена на мировых и региональных статистических данные с длинным рядом 1961–2016 гг., что позволило на примере анализа сельского хозяйства мира получить предварительные результаты оценки потенциала агросферы.

Оценка потенциала сельского хозяйства Российской Федерации проводилась двумя способами: модель оценки сельскохозяйственного потенциала (ОСП) (таблица 12) и по потенциалу производительности труда в сельском хозяйстве (модель потенциала производительности труда — ППТ) (таблица 13).

В расчете по модели оценки сельскохозяйственного потенциала (ОСП) для РФ приняты следующие вводные данные: площадь земли в обработке 132,1 млн га (площадь в 1991 г.), площадь поливных земель 5,5 млн га (1991 г.), площадь зерновых и масличных культур 47,5 и 10 млн га, вносимые фосфорные удобрения должны составить 150 кг/га в год. Это позволит увеличить урожайность зерновых до 6,8 т/га (текущая 2,9 т/га в 2018 г.), масличных культур до 3,7 т/га (в 2018 г. 1,4 т/га). Система уравнений представлена в таблице 12.

---

<sup>14</sup> Приказ Министерства здравоохранения РФ от 19 августа 2016 года № 614 "Об утверждении Рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания" // Гарант.ру [Информационно-правовой портал]. URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71385784/> (дата обращения: 15.03.2019).

**Таблица 12. Система уравнений для расчета предельной численности населения России. Модель оценки сельскохозяйственного потенциала (ОСП)<sup>15</sup>**

Названия переменных	Единицы измерения	1	N	Уравнения
Площадь пашни	млн га	132,0	x <sub>1</sub>	
Площадь пашни, оборудованной для ирригации	млн га	5,5	x <sub>2</sub>	=X <sub>1</sub> *0,051
Площадь пашни под зерновыми культурами	млн га	47,5	x <sub>3</sub>	=X <sub>1</sub> *0,36
Площадь пашни под масличными культурами	млн га	10,0	x <sub>4</sub>	= X <sub>1</sub> *0,075
Фосфорные удобрения	кг/га	150,0	x <sub>5</sub>	Задается вручную ≈ X <sub>6</sub> *25
Урожайность зерновых культур	т/га	6,8	x <sub>6</sub>	=0,4915+X <sub>5</sub> *0,0485
Урожай зерновых культур	млн т	322,7	x <sub>7</sub>	=X <sub>3</sub> *X <sub>6</sub>
Зерновые культуры на корм скоту	млн .	161,4	x <sub>8</sub>	=X <sub>7</sub> *0,5
Зерновые культуры на семена	млн т	12,9	x <sub>9</sub>	=X <sub>7</sub> *0,04
Конечные остатки зерновых культур	млн т	80,7	x <sub>10</sub>	=X <sub>7</sub> *0,25
Урожайность масличных культур	т/га	3,7	x <sub>11</sub>	=X <sub>5</sub> *0,024+0,184
Урожай масличных культур	млн т	37,1	x <sub>12</sub>	=X <sub>11</sub> *X <sub>4</sub>
Масличные культуры на корм скоту	млн т	3,0	x <sub>13</sub>	=X <sub>12</sub> *0,08
Шроты масличных культур, пр-во	млн т	17,1	x <sub>14</sub>	=(X <sub>12</sub> -X <sub>13</sub> )*0,5
Шроты на корм скоту	млн т	14,7	x <sub>15</sub>	=X <sub>14</sub> *0,86
Мясо, производство	млн т	62,3	x <sub>16</sub>	=X <sub>8</sub> *0,0698+X <sub>15</sub> *0,825+38,983
Зерновые для питания	млн т	67,8	X <sub>20</sub>	X <sub>20</sub> = X <sub>7</sub> -X <sub>8</sub> -X <sub>9</sub> -X <sub>10</sub>
Мясо для питания	млн т	62,3	X <sub>16</sub>	
Норма зерна	кг/чел. в год	100	X <sub>17</sub>	
Норма мяса	кг/чел. в год	92,0	X <sub>18</sub>	=X <sub>16</sub> *1000/X <sub>19</sub>
Население по зерну	млн чел.	677,7	X <sub>19</sub>	=(X <sub>7</sub> -X <sub>8</sub> -X <sub>9</sub> -X <sub>10</sub> )*1000/X <sub>17</sub>

При потенциальном урожае зерновых культур в 322,7 млн т по методике Минздрава РФ можно прокормить 677,7 млн человек, потребление мяса возможно на уровне 92 кг на человека в год, что позволяет экспортировать около 20% мяса и мясных продуктов.

Модель потенциала производительности труда (ППТ) рассчитана для РФ (таблица 13). Вводными параметрами в данной модели являются объем производства зерновых культур (для РФ 120 млн т) и производительность труда в сельском хозяйстве. Производительность труда рассчитывалась по формуле 1:

$$ПТ_{СХ} = \frac{\text{Пр-во зерновых, млн т}}{\text{Численность сельского населения, млн.чел.}} * 1000 \quad (1)$$

<sup>15</sup> Составлено авторами на основе данных: Food and Agricultural Organization of the United Nations FAOSTAT [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (дата обращения: 15.03.2019); PSD ONLINE // USDA. Foreign Agricultural Service. 2017 [Электронный ресурс]. URL: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery> (дата обращения: 12.04.2019).

Сельскохозяйственный потенциал РФ находится в диапазоне от 126,4 млн т/год зерновых культур (относительно среднемировых показателей) до 333,8 млн т/год зерновых культур (относительно показателей Европы и Северной Америки) (таблица 13). Вторая цифра совпадает с расчетами по модели оценки сельскохозяйственного потенциала (ОСП) и показывает, что в случае роста производительности труда в сельском хозяйстве РФ и сохранения численности сельского населения на уровне 37 млн человек выращивание зерновых культур на уровне 333,8 млн т в год позволит прокормить 700,9 млн чел. При этом 50% зернового производства идет на корм скоту, 21% — на непосредственное питание населения, 25% — конечные остатки и 4% — на семена. Данный показатель практически совпадает с показателями, рассчитанными по модели оценки сельскохозяйственного потенциала (ОСП).

**Таблица 13. Потенциал сельскохозяйственного производства в РФ, т/га. Модель потенциала производительности труда (ППТ)<sup>16</sup>**

	Мир	Европа + Сев. Ам.	РФ
Производство, млн т/год	3 218	962,1	103,1
Урожайность, т/га	3,6	5,6	2,9
Производительность труда, кг/чел. в год	956,8	4 653,4	2 776,3
Производственный потенциал (относительно), млн т/год	126,4		333,8
Население, млн чел.			700,9

Потенциал сельскохозяйственного производства рассчитывается по формуле (2), предложенной авторами:

$$ПП = \frac{УР_{Евр+Мир}}{УР_{РФ}} * IF \left[ ПТ < ПТ_{РФ}; THEN 1; ELSE \frac{ПТ}{ПТ_{РФ}} \right] \quad (2)$$

где:

ПП — производственный потенциал

ПР — производительность труда в сельском хозяйстве, кг/чел. в год

УР — урожайность основных зерновых и масличных культур, т/га

<sup>16</sup> Составлено авторами на основе данных: Food and Agricultural Organization of the United Nations FAOSTAT [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (дата обращения: 15.03.2019); PSD ONLINE // USDA. Foreign Agricultural Service. 2017 [Электронный ресурс]. URL: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery> (дата обращения: 12.04.2019).

### **Выводы**

На основе проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

- Максимальная численность населения РФ, рассчитанная по модели оценки сельскохозяйственного потенциала (ОСП), составляет 677,7 млн человек.
- Максимальная численность населения РФ, рассчитанная по модели потенциала производительности труда (ППТ), составляет 700,9 млн чел.
- Прогнозируемый рост урожайности зерновых и масличных потребует дополнительного производства и внесения азотных удобрений в Российской Федерации в количестве 7,5 млн т, фосфорных удобрений — 3 млн т в год, калийных удобрений — 3,2 млн т в год.

### **Список литературы:**

- Валентей Д.И.* СССР — демографический диагноз. М.: Прогресс, 1990.
- Вишневский А.Г.* Мировой демографический взрыв и его проблемы. М.: Знание, 1978.
- Вольтерра В.* Математическая теория борьбы за существование // Успехи физических наук. 1928. Т. 8. № 1. С. 13–34.
- Егоров В.А., Каллистратов Ю.Н., Митрофанов В.Б., Пионтковский А.А.* Математические модели глобального развития. Ленинград: Гидрометеоздат, 1980.
- Катица С.П.* Сколько людей жило, живет и будет жить на земле. Очерк теории роста человечества. М.: Наука, 1999.
- Катица С.П.* Феноменологическая теория роста населения Земли // Успехи физических наук. 1996. Т. 166. № 1. С. 63–80.
- Клюкин Н.Ю., Гутников В.А.* Оценка биологической емкости агросферы с целью определения предельной численности населения земли // Государственное управление. Электронный вестник. 2018. № 69. С. 482–497.
- Кондратьев К.Я.* Глобальная экодинамика и ее тенденции // Экодинамика и экологический мониторинг Санкт-Петербургского региона в контексте глобальных изменений. СПб.: Наука, 1996. С. 5–60.
- Марксистско-ленинская теория народонаселения / Под ред. Д.И. Валентея. Издание 2-е, перераб. М.: Мысль. 1974.
- Турчинович О.* История сельского хозяйства России от времен исторических до 1850 года. СПб.: Типография А. Дмитриева, 1854.

*Форрестер Дж.* Мировая динамика. М: ООО «Издательство АСТ»; СПб.: Terra Fantastica, 2003.

*Чечулин В.Л., Смыслов В.И., Саматкин Д.Ю.* Приближенная модель расчета предельной численности населения по странам мира // Университетские исследования 2009–2014 гг. Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2015. С. 548–560.

*Шоркин А.Д.* Модель динамики населения мира // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2015. Т. 1. № 3(11). С. 5–22.

*Mazoyer M.L., Roudart L.* A history of world agriculture. From the Neolithic Age to the Current Crisis. London: Sterling, VA, 2006.

*Meadows D.H., Randers J., Meadows D.* The Limits to Growth: The 30-year Update. London: Sterling, VA, 2006.

*Mesarovic M., Pestel E.* Mankind at the Turning Point. Second Report to the Club of Rome. New York: Dutton Books, 1974.

*Verhulst P.F.* Recherches Mathématiques sur La Loi D'Accroissement de la Population // Mémoires de l'Académie Royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles. 1845. Tome XVIII. P. 14–54.

*Klyukin N.Y., Gutnikov V.A.*

### **Efficiency of the Agricultural Resources Use in Russia and in the World**

*Nikolay Y. Klyukin* — Scientific Secretary, Central Research and Project Institute, Ministry of Building and Housing-Communal Services of Russian Federation, Moscow, Russian Federation.

E-mail: [nkljukin@gmail.com](mailto:nkljukin@gmail.com)

*Vladimir A. Gutnikov* — PhD, Deputy Director on the Advanced and Educational Study, Central Research and Project Institute, Ministry of Building and Housing-Communal Services of Russian Federation, Moscow, Russian Federation.

E-mail: [lomonosov25@rambler.ru](mailto:lomonosov25@rambler.ru)

#### **Abstract**

Forecasting the population of the region, the country is the basis of long-term state planning of needs and opportunities not only of the agricultural complex, but also of other economy sectors and scientific and technical development.

The paper proposes a method of assessing the potential population of the region, in this case the Russian Federation, based on the capabilities of the agricultural complex, including the production of basic grains and oilseeds, meat and fish, using available statistics. On the basis of the model developed by the authors, which is based on a system of linear multiple regression equations, it is shown that the potential production of food in the Russian Federation is sufficient to feed the population of about 700 million people. Modeling of the potential population is carried out on the basis of the following parameters: the area of arable land, the area of agricultural land equipped for irrigation, specific doses of mineral fertilizers (nitrogen, phosphorus and potassium), the production of basic crops (spring and winter wheat, barley (winter and spring), beans, buckwheat, corn, millet, oats, rice, rye (winter and spring), sesame, sisal, sorghum and triticale) and oilseeds (soy and sunflower), production of oilseed meal, and also production of all types of meat (beef, pork, poultry and other meat). To develop and verify the model, available statistical data on countries and regions by agricultural land areas, crops and population from 1961 to 2016 were used.

#### **Keywords**

Agro-industrial potential of the Russian Federation, agro-sphere, agriculture, forecast, modeling, dynamics, arable lands, countries of the former USSR.

#### **References:**

- Valentey D.I. (1990) *SSSR — demograficheskiy diaznoz* [USSR — demographic diagnosis]. Moscow: Progress.
- Vishnevskiy A.G. (1978) *Mirivoi demograficheskiy vzryv I ego problemy* [World population explosion and its problems]. Moscow: Znaniye.
- Volterra V. (1928) Mathematical Theory of the Struggle for Existence. *Uspekhi fizicheskikh nauk*. Vol. 8. No. 1. P. 13–34.
- Egorov V.A., Kallistratov Yu.N., Mitrofanov V.B., Piontkovskiy A.A. (1980) *Matematicheskie modeli globalnogo razvitiya* [Mathematical models of global development]. Leningrad: Gidrometeoizdat.
- Kapitsa S.P. (1996). Phenomenological Theory of Population Growth. *Uspekhi fizicheskikh nauk*. Vol. 166. No. 1. P. 63–80.



Kapitsa S.P. (1999) *Skolko lyudei zhilo, zhivet I budet zhit' na zemle. Ocherk teorii rosta chelovechestva* [How many people lived, lives and will live on earth. Sketch of the theory of human growth]. Moscow: Nauka.

Klyukin N.Yu., Gutnikov V.A. (2018) Assessment of the Biological Capacity of the Agrosphere to Determine the Maximum Population of the Earth. *Gosudarstvennoye upravleniye. Elektronnyy vestnik*. No. 69 P. 482–497.

Kondratyev K.Ya. (1996) Global Ecodynamics and Its Trends. *Ecodynamics and Environmental Monitoring of the St. Petersburg Region in the Context of Global Changes*. Saint-Petersburg: Nauka. P. 5–60.

Valentei D.I. (ed.) (1974) *Marksistsko-leninskaya teoriya narodonaseleniya* [Marxist-Leninist theory of population]. Moscow: Mysl'.

Turchinivich O. (1854) *Istiriya selskogo khozyaistva Rossii ot vremen istoricheskikh do 1850 goda* [The history of agriculture in Russia from historical times to 1850]. Saint-Petersburg: Tipografiya A. Dmitriyeva.

Forrester Dj. (2003) *World Dynamics*. Saint-Petersburg: Terra Fantastica.

Chechulin V.L., Smyslov V.I., Samatkin D.Yu. (2015) An Approximate Model for Calculating the Marginal Population by Country of the World. *Articles in the journal "Universitetskiye issledovaniya" 2009–2014*. Perm': Permskiy gosudarstvennyy natsional'nyy issledovatel'skiy universitet. P. 548–560.

Shorkin A.D. (2015) Model of World Population Dynamics. *Geopolitika b ekogeodinamika regionov*. Vol. 1. No. 3(11). P. 5–22.

Mazoyer M.L., Roudart L. (2006) *A History of World Agriculture. From the Neolithic Age to the Current Crisis*. London: Sterling, VA.

Meadows D.H., Randers J., Meadows D. (2006) *The Limits to Growth: The 30-year Update*. London: Sterling, VA.

Mesarovic M., Pestel E. (1974) *Mankind at the Turning Point. Second Report to the Club of Rome*. New York: Dutton Books.

Verhulst P.F. (1845) Recherches Mathématiques sur La Loi D'Accroissement de la Population. *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles*. Tome XVIII. P. 14–54.