

## Особенности составления экономико-математических моделей при расчете эффективности использования земель

Л. М. Бястинова<sup>1</sup>, А. А. Кычкин<sup>1</sup>, Е. Р. Филиппов<sup>1</sup>, М. Д. Бястинова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>СВФУ имени М. К. Аммосова, Якутск, Россия

<sup>2</sup>МОБУ СОШ №17 ГО «Город Якутск», Якутск, Россия

**Аннотация.** В данной статье рассматривается состояние землепользования и повышение его эффективности в сельском хозяйстве Республики Саха (Якутия). Землепользование является одним из ключевых факторов эффективности отрасли сельского хозяйства, неотъемлемой частью его развития, поэтому разработка и применение новых подходов к планированию и прогнозированию основных показателей сельского хозяйства становятся актуальными и востребованными. В результате краткого анализа обнаруживается низкая сельскохозяйственная освоенность и недостаточная доля земель, пригодных для сельского хозяйства в самом северном регионе страны. Это подчеркивает актуальность проблемы повышения эффективности использования земли. Авторы предлагают применять разработанную экономико-математическую модель, которая учитывает различные факторы, влияющие на валовую сельскохозяйственную продукцию региона. Наряду с этим в статье приведены расчеты по апробации разработанного уравнения. Она может быть полезной при прогнозировании основных показателей сельского хозяйства и при разработке программ поддержки и развитии сельского хозяйства на муниципальном и региональном уровнях.

**Ключевые слова:** экономико-математическая модель, эффективность землепользования, Республика Саха (Якутия), сельское хозяйство, сельскохозяйственные угодья, корреляция, уравнение регрессии.

*Работа подготовлена в рамках научно-исследовательской работы «Использование земель в сельском хозяйстве в условиях вечной мерзлоты» (программа «Сириус.Лето: начни свой проект. Сезон 2023-2024»).*

## Features of compiling economic and mathematical models when calculating the efficiency of land use

L.M. Byastinova<sup>1</sup>, A.A. Kychkin<sup>1</sup>, E.R. Filippov<sup>1</sup>, M.D. Byastinova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>M. K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia

<sup>2</sup>Secondary School No. 17, Yakutsk, Russia

**Abstract.** This article examines the state of land use and increasing its efficiency in agriculture of the Sakha Republic (Yakutia). Land use is one of the key factors in the efficiency of the agricultural sector, an integral part of its development; therefore, the development and application of new approaches to planning and forecasting the main indicators of agriculture are becoming relevant and in demand. A brief analysis reveals low agricultural development and an insufficient share of land suitable for agriculture in the northernmost region of the country. This emphasizes the urgency of the problem of increasing the efficiency of land use. The authors propose to use the developed economic and mathematical model, which takes into account various factors influencing the gross agricultural output of the region. Along with this, the article provides calculations for testing the developed equation. It can be useful in forecasting key agricultural indicators and in developing programs to support and develop agriculture at the municipal and regional levels.

**Keywords:** economic and mathematical model, land use efficiency, Sakha Republic (Yakutia), agriculture, agricultural land, correlation, regression equation.

*The work was prepared as part of the research work “Use of land in agriculture in permafrost conditions” (program “Sirius. Summer: start your project. Season 2023/2024”).*

## **Введение**

Земля является ключевым ресурсом для человечества и имеет особое значение для сельского хозяйства. Несмотря на то, что Якутия занимает пятую часть территории России, только 6,3% ее земель пригодно для ведения сельского хозяйства [1, с. 36]. Это создает актуальную проблему эффективного использования этих ресурсов, поскольку их полезная площадь ежегодно сокращается. Основные причины этого – неблагоприятные погодные условия, засухи летом, лесные пожары.

На государственном уровне разрабатываются различные меры по поддержке сельского хозяйства, включая меры по улучшению качества сельскохозяйственных угодий. Однако, несмотря на это, все еще существует ряд проблем в области землепользования. Данная статья посвящена разработке экономико-математической модели для оценки экономической эффективности использования сельскохозяйственных угодий на примере отрасли сельского хозяйства в Якутии. Математические модели являются важнейшим инструментом для определения эффективности землепользования и прогнозирования показателей сельского хозяйства в будущем.

В настоящее время одной из основных проблем в нашей стране является неэффективное использование земельных ресурсов в сельском хозяйстве. Это приводит к постепенному увеличению непригодных для сельскохозяйственного использования земель. Эта проблема актуальна для всех регионов страны, особенно для Якутии. Например, каждый год уменьшается количество и качество земель, подходящих для выращивания сельскохозяйственных культур (картофеля, овощей открытого и закрытого грунта и т.д.), а также для пастбищного использования. Это снижает общую эффективность использования сельскохозяйственных угодий. Для оценки данной ситуации и эффективности использования земель специалисты и исследователи используют различные показатели, такие как уровень обработки земель, урожайность сельскохозяйственных культур и другие.

Якутия – это регион, где сосредоточена значительная часть добывающей промышленности страны, принося более 50% от общего регионального продукта. Несмотря на это, Якутия имеет хорошие показатели в сельском хозяйстве. Это объясняется тем, что сельское население республики, проживающее в удаленных районах, сохраняет традиционный образ жизни, где сельское хозяйство является основным источником питания, обеспечения продовольственной безопасности и доходов [2].

В мировом масштабе около трети суши используется для сельского хозяйства, причем в России приходится 10% всех пахотных земель на планете. Якутия занимает пятую часть всей территории России и известна своими обширными земельными ресурсами, привлекающими внимание многих ученых и исследователей. В последние десятилетия интерес к изучению этого региона становится все более актуальным, особенно в свете ухудшения эксплуатации природных ресурсов в стране, что приводит к серьезным экологическим проблемам [3].

## **Состояние использования земель в сельском хозяйстве Якутии**

Согласно Земельному кодексу Российской Федерации, различают семь категорий земель: земли населенных пунктов, земли промышленности, земли лесного фонда, земли водного фонда, земли особо охраняемых природных территорий, земли запаса и земли сельскохозяйственного назначения [4]. Из этого более 80% территории Якутии занимают земли лесного фонда.

Таблица 1

Сельскохозяйственные угодья Якутии в 2018-2022 годах [1]

Вид сельскохозяйственных угодий	2018 г.	2020 г.	2022 г.		2022 г. к 2018 г., (+, -)
	Площадь, тыс. га	Площадь, тыс. га	Площадь, тыс. га	Доля %	
Пашни	105,3	105,07	105	6%	-0,26
Залежи	19	19	19,3	1%	0,26
Сенокосные угодья	719,5	719,5	719,5	44%	0
Пастбища	795,4	795,4	795,4	48%	0
Многолетние насаждения	1	1,01	1	0%	0,01
<b>Всего</b>	<b>1640,2</b>	<b>1640,0</b>	<b>1640,23</b>	<b>100%</b>	<b>0,03</b>

Площадь сельскохозяйственных земель в Якутии составляет всего 6% от территории республики, что равняется 19446 тыс. гектаров. Эти земли подразделяются на сельскохозяйственные угодья и несельскохозяйственные угодья, причем последние занимают значительно большую часть. Структура сельскохозяйственных угодий Якутии за период с 2018 по 2022 годы представлена на рисунке 1.

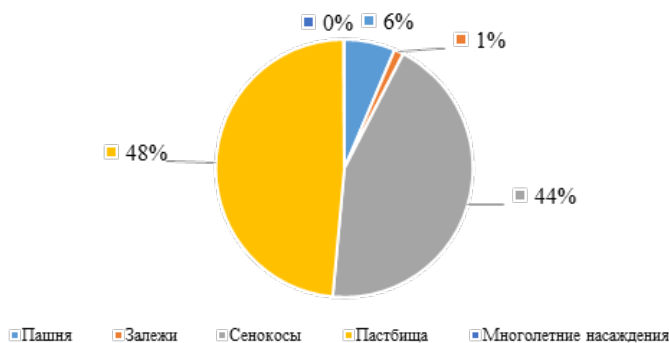


Рис. 1. Структура сельскохозяйственных угодий Якутии за 2022 год, %

В Якутии площадь сельскохозяйственных угодий составляет около 8,4% от общей территории земель сельскохозяйственного назначения, что равно 1640 тыс. гектаров. Это менее 1% от общей площади республики. В сравнении с Российской Федерацией, где доля сельскохозяйственных угодий составляет 11%, Якутия имеет значительные ограничения из-за сложных географических и климатических условий, короткого лета, длинной зимы, а также значительного наличия тундры и горных районов. Все эти факторы затрудняют развитие сельского хозяйства в регионе, делая сельскохозяйственные угодья в Якутии особенно ценными.

**Разработка экономико-математической модели при расчете эффективности землепользования в сельском хозяйстве**

Для того чтобы определить изменения земельных ресурсов и выявить факторы, которые влияют на них, мы предлагаем использовать математические модели, с помощью которых можно определить эффективность использования земель и разработать соответствующие прогнозы ключевых показателей сельского хозяйства.

Многие ученые и исследователи предлагают использовать математические и многофакторные модели для расчета эффективности использования земельных ресурсов [5]. Они дают возможность описать данный процесс, представлять прогноз на будущее.

Для построения этой модели нужно:

1. Отобрать факторы, которые будут входить в модель.
2. При анализе объекта, необходимо выявить возможные особенности.
3. Сформировать таблицу данных.
4. Провести анализ данных.
5. Оценить качество модели.

Все факторы делятся на количественные и качественные [5].

Для оценки эффективности использования земельных ресурсов предлагается использовать разнообразные показатели, которые влияют на итоговый (Y) – валовая продукция сельского хозяйства в стоимостном выражении [6]. По мнению исследователей, процесс построения метаматематической модели сводится к применению двух методик. Первая методика обеспечивает отбор факторов, вторая — определяет структуру, параметры и выходные данные модели с применением множественной линейной регрессии.

За информационную базу взяты данные Федеральной службы государственной статистики по республике за 2022 год.

Таблица 2

## Исходные данные по Республике Саха (Якутия) за 2022 год

№	Районы	Y	X1	X2	X3	X4	Эффективность с 1 га, млн.руб.	
		Продукция сельского хозяйства, хозяйств, млн.руб	Поголовье крупного рогатого скота	Поголовье лошадей	Площадь пастбищ, тыс. га	Площадь сенокосов, тыс. га	Продукция сельского хозяйства с 1 га пастбищ	Продукция сельского хозяйства с 1 га сенокосов
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Верхневиллюйский	981,6	10140	7909	39,249	25,811	25,0	38,0
2	Вилуйский	1097,8	11500	7601	23,293	22,569	47,1	48,6
3	Ленский	721,1	1450	1512	4,175	8,058	172,7	89,5
4	Мирный	378,6	1677	538	3,243	5,74	116,7	66,0
5	Нюрбинский	1399,9	12536	11402	34,906	43,699	40,1	32,0
6	Олекминский	1278,1	6194	7249	37,165	20,411	34,4	62,6
7	Сунтарский	1518,7	13602	11957	51,43	59,671	29,5	25,5
8	Алданский	381,7	575	643	3,663	6,057	104,2	63,0
9	Нерюнгринский	593,8	259	66	2,233	0	-	-
10	Амгинский	1365,2	11452	12617	39,893	46,84	34,2	29,1
11	Горный	503,8	5041	4840	21,33	32,346	23,6	15,6
12	Жатай	246,4	58	75	0	0,019	-	-
13	Кобяйский	744,5	4758	3181	19,768	39,198	37,7	19,0
14	Мегино-Кангаласский	2252,7	20223	15990	54,259	52,154	41,5	43,2
15	Намский	1218,2	10234	11975	70,026	32,183	17,4	37,9
16	Таттинский	1520,5	15005	14410	38,055	40,854	40,0	37,2
17	Усть-Алданский	1327,9	15174	13009	78,619	57,857	16,9	23,0
18	Хангаласский	1534,8	9119	12613	53,341	42,658	28,8	36,0
19	Чурапчинский	1806,5	20533	16119	68,661	56,221	26,3	32,1
20	Якутск	2518,4	3720	3513	21,067	16,601	119,5	151,7
21	Абыйский	63,2	418	859	6,636	7,402	9,5	8,5
22	Анабарский	122,9	0	47	0	0		
23	Аллаиховский	1,3	12	18	0,022	0,617	59,1	2,1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
24	Булунский	111,3	28	277	0,471	0,537	-	-
25	Верхнеколымский	41,6	171	147	3,856	4,389	10,8	9,5
26	Верхоянский	422,4	2764	7013	41,59	39,4	10,2	10,7
27	Жиганский	29,7	75	8	1,121	1,112	26,5	26,7
28	Момский	148,3	360	1408	12,514	4,947	11,9	30,0
29	Нижнеколымский	124,5	23	54	6,048	1,691	20,6	73,6
30	Оленекский	47,4	86	195	0,581	0,713	81,6	66,5
31	Среднеколымский	155,8	983	2064	7,894	8,627	19,7	18,1
32	Усть-Янский	189,8	59	324	2,19	1,921	86,7	98,8
33	Эвено-Быгантайский	160,8	758	1898	5,404	5,372	29,8	29,9
34	Томпонский	358,4	2456	2242	25,75	8,945	13,9	40,1
35	Усть-Майский	198,6	816	876	7,958	19,398	25,0	10,2
36	Оймяконский	214,7	1209	3318	9,02	5,479	23,8	39,2
<b>ИТОГО</b>		<b>25780,9</b>	<b>183468</b>	<b>177967</b>	<b>795,431</b>	<b>719,497</b>	<b>32,4</b>	<b>35,8</b>

При разработке модели в качестве рабочей гипотезы выдвигается следующая: на размер продукции сельского хозяйства большее влияние оказывают – площади пастбищ и сенокосов, поголовье крупного рогатого скота и лошадей. В связи с этим в первую очередь следует рассчитать характер связи между каждым X и Y, то есть нужно оценить взаимосвязь между площадью пастбищ и сенокосов, поголовья крупного рогатого скота и лошадей и показателем Y – валовая продукция сельского хозяйства с помощью коэффициентов корреляции. Корреляцию используют, чтобы оценить зависимость переменных друг от друга [7].

Формула расчета корреляции с помощью программы Excel с встроенной функцией «КОРРЕЛ» представлена в таблице 3. С помощью полученных коэффициентов представляется возможным сделать выводы о том, на сколько процентов влияют эти факторы на объем продукции сельского хозяйства.

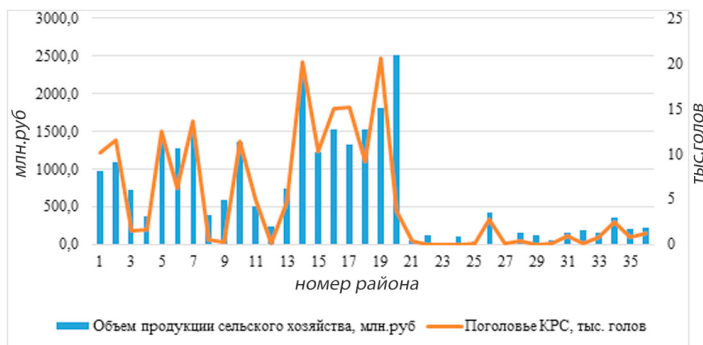
Таблица 3

**Пример расчета коэффициентов корреляции в Excel**

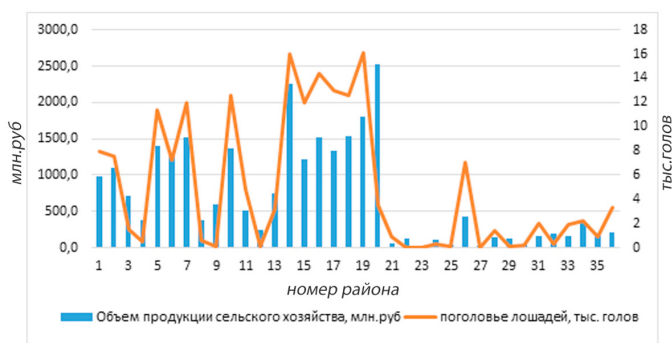
	Коэффициенты парной корреляции	Формула расчета
Объем – поголовье крупного рогатого скота	0,830181579	= КОРРЕЛ(C5:C40;D5:D40)
Объем – поголовье лошадей	0,821938442	= КОРРЕЛ(C5:C40;E5:E40)
Объем – площадь пастбищ	0,755960445	= КОРРЕЛ(C5:C40;F5:F40)
Объем – площадь сенокосов	0,761868181	= КОРРЕЛ(C5:C40;G5:G40)

Источник: разработано авторами

Исходя из проведенных расчетов, поголовье крупного рогатого скота влияет на стоимость продукции сельского хозяйства Якутии в размере 83%, площадь сенокосов – на 76%.



**Рис. 2.** Влияние поголовья крупного рогатого скота на стоимость продукции сельского хозяйства Якутии в 2022 году



**Рис. 3.** Влияние поголовья лошадей на стоимость продукции сельского хозяйства Якутии в 2022 году

Из данного графика можно сделать вывод, что лидерами в объеме продукции сельского хозяйства и поголовье крупного рогатого скота являются муниципальные образования под номерами с 14-20 (представлены в табл. 2). Большая часть упомянутых районов расположена в близости к столице. Сам город Якутск служит накопителем и рынком сбыта произведенной продукции из других районов, это можно объяснить низким показателем численности поголовья крупного рогатого скота. В целом, можно отметить достоверность гипотезы, соответственно рассмотренные выше показатели можно включить в разрабатываемую математическую модель.

Последним шагом в разработке модели является составление уравнения регрессии, которое и является математическим описанием гипотезы.

Таблица 4

**Результат регрессионной статистики по показателям сельского хозяйства Якутии за 2022 год**

Результаты регрессионной статистики	Полученные значения
R-квадрат (коэффициент детерминации)	0,6966767
Y-пересечение	222,89258
X1	0,0588316
X2	0,037289
X3	0,642999
X4	-0,256609

Исходя из данных таблицы 4, составлено следующее уравнение:

$$Y = 222,89 + 0,059 * X1 + 0,0373 * X2 + 0,643 * X3 - 0,256 * X4.$$

Данная взаимосвязь характеризует влияние рассмотренных факторов на продукцию сельского хозяйства более чем на 70%, (коэффициент детерминации – 0,697). Помимо этого, имеются и другие факторы, доля влияния которых находится на уровне не более 30%. Так же отметим, что полученные коэффициенты X1, X2, X3 больше нуля, то есть положительны, поэтому они оказывают прямое влияние на Y. Соответственно, полученное уравнение можно предложить, как способ или метод разработки прогноза показателей сельского хозяйства, а также как способ для оценки эффективности землепользования [8]. Данная модель может применяться при прогнозировании показателей сельского хозяйства конкретного муниципального образования.

### Использование результатов

Эффективное землепользование является неотъемлемой частью развития отрасли сельского хозяйства, поэтому разработка и применение новых подходов к планированию и прогнозированию стратегических показателей сельского хозяйства становятся актуальными и востребованными.

В ходе разработки модели выделены следующие этапы:

- из большого количества показателей отбор наиболее важных на взгляд исследователя показателей, которые могут оказывать влияние на стоимость продукции сельского хозяйства региона;

- сбор и обработка данных по отобранным показателям, при этом показатели отбираются по единому временному периоду;

- формирование сводной таблицы с факторами, т.е. показателями, а также формирование результативного показателя, т.е. зависящего от других факторов – продукция сельского хозяйства;

- анализ полученных данных с помощью корреляционного анализа, при этом можно использовать разные способы расчета коэффициентов корреляции.

Например, различают несколько видов корреляции: корреляция Пирсона, корреляция Спирмена. В расчетах данной статьи использован коэффициент корреляции Пирсона, который измеряет прямолинейную зависимость между двумя переменными, по-другому его называют коэффициентом парной корреляции.

- разработка математического описания модели, то есть разработка уравнения регрессии, которое и является математическим описанием гипотезы;

- оценка качества модели, которая представляет собой расчет Y используя полученную модель и интерпретация полученных результатов, сравнение фактических результатов с полученными с помощью модели.

Для обоснования результатов полученной модели апробированы фактические показатели продукции сельского хозяйства республики за 2021 год:

$$Y = 222,89 + 0,059 * X1 + 0,0373 * X2 + 0,643 * X3 - 0,256 * X4$$

X1 (поголовье крупного рогатого скота) = 180900 голов

X2 (поголовье лошадей) = 182800 голов

X3 (площадь пастбищ) = 795,4 тыс. га

X4 (площадь сенокосных угодий) = 719,5 тыс. га

Произведен расчет Y:

$$Y = 222,89 + 0,059 * 180900 + 0,0373 * 182800 + 0,643 * 795,4 - 0,256 * 719,5 = 18041,68 \text{ млн руб.}$$

Фактическое значение показателя валовой продукции сельского хозяйства Якутии в 2021 году составило 28019,5 млн руб. Удельный вес Y по разработанной модели: 18041,68 :

28019,5 = 0,644 или 64,4%. Соответственно модель оказывает влияние на изменение объема производства сельскохозяйственной продукции почти на 70%, так как коэффициент детерминации – 0,697. Помимо этого, имеются и другие факторы, доля влияния которых находится на уровне не более 30%. В данном случае погрешность уравнения составила 5,6% (70% – 64,4%), можно предположить, что данная погрешность относительно невысокая, т.к. при прогнозировании различных социально-экономических показателей допускаются ошибки прогнозов до 7-10%.

Аналогично произведены расчеты на показателях 2020 года:

$$Y = 222,89 + 0,059 * X_1 + 0,0373 * X_2 + 0,643 * X_3 - 0,256 * X_4$$

$$Y = 222,89 + 0,059 * 183300 + 0,0373 * 183000 + 0,643 * 795,43 - 0,256 * 719,49 = 18190,76 \text{ млн руб.}$$

Фактическое значение показателя валовой продукции сельского хозяйства Якутии в 2020 году составило 26512 млн руб. Удельный вес:  $18190,76 : 26512 = 0,686$  или 68,6%. При расчете показателей за 2020 год погрешность уравнения – 1,4% (70–68,6%), можно предположить, что данная погрешность достаточно низкая, результат апробации, полученной модели, подтверждает ее работоспособность с ошибкой в 1-2%.

### **Заключение**

Можно резюмировать, пригодность модели для использования в качестве одного из методов прогнозирования и определения эффективности землепользования. Помимо этого, целесообразно углубление и расширение показателей, а также разработка методических рекомендаций по прогнозированию и разработке плановых показателей сельского хозяйства при составлении ежегодного прогноза социально-экономического развития муниципальных районов, и в целом прогноза социально-экономического развития республики.

Развитие сельского хозяйства – одна из приоритетных задач Российской Федерации на сегодняшний день, для обеспечения стабильной ситуации на рынке сельскохозяйственной продукции необходимо задействовать ресурсы по максимуму, для этого необходимо внедрять, разрабатывать и использовать экономико-математические модели, которые смогут помочь включить новые земельные и трудовые ресурсы в рынок. Применение экономико-математических моделей может стать одним из эффективных инструментов принятия управленческих решений в области сельского хозяйства республики при разработке и обосновании показателей сельского хозяйства на перспективу.

### **Литература**

1. Статистический ежегодник Республики Саха (Якутия): Стат. сборник / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Саха (Якутия)-2022.
2. Даянова, Г. И. Устойчивое развитие сельского хозяйства Республики Саха (Якутия): ретроспективный анализ и точка бифуркации / Г. И. Даянова, И. К. Егорова, А. Ф. Баишева, А. Н. Крылова // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2018. – №6. – С. 28-33.
3. Борисова, В. П. Аграрный сектор Республики Саха (Якутия): теоретические и практические проблемы и тенденции развития. Общество. Культура. Образование : монография / В. П. Борисова, Г. С. Васильева, Е. Л. Владимировна, Н. К. Гаврильева, В. Р. Дарбасов [и др.]. – Москва : Евразийская научно промышленная палата, 2018. – 115 с. – ISBN 978-5-91327-458-8.
4. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 N 136-ФЗ (ред. от 25.12.2018) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2019) // Собрание законодательства РФ, 29.10.2001, N 44, ст. 4147.
5. Гудим, А. А. Особенности составления математических моделей при расчете эффективности использования земель / А. А. Гудим, Т. Я. Калужная // Студенческие научные работы землеустроительного факультета : сборник статей по материалам Международной студенческой научно-практической конференции, Краснодар, 28 февраля 2019 года / Ответственный за выпуск И.В. Соколова. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2019. – С. 107-112. – EDN HTAQMQ.

6. Fedorova, E. Regional features of agriculture development of the Republic of Sakha (Yakutia) / Fedorova E., Paraskovya Fedorova P. // E3S Web of Conferences 222, 06008, 2020.
7. Баврина, А.П., Борисов И.Б. Современные правила применения корреляционного анализа // Медицинский альманах. 2021. №3 (68). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-pravila-primeneniya-korreljatsionnogo-analiza> (дата обращения: 12.10.2023).
8. Оценка эффективности использования земель. О. Артамонова. – URL: <http://mega-e.su/info/zakonodatelstvo/otsenka-effektivnosti-ispolzovaniya-zemel/> (дата обращения: 12.10.2023).

### References

1. Statisticheskij ezhegodnik Respubliki Saha (Jakutija): Stat. sbornik / Territorial'nyj organ Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Respubliki Saha (Jakutija) – 2022.
2. Dajanova, G. I. Ustojchivoe razvitie sel'skogo hozjajstva Respubliki Saha (Jakutija): retrospektivnyj analiz i tochka bifurkacii / G. I. Dajanova, I. K. Egorova, A. F. Baisheva, A. N. Krylova. – Tekst : neposredstvennyj // Mezhdunarodnyj sel'skohozejstvennyj zhurnal. – 2018. – №6. – S. 28-33.
3. Borisova, V. P. Agrarnyj sektor Respubliki Saha (Jakutija): teoreticheskie i prakticheskie problemy i tendencii razvitiya. Obshhestvo. Kul'tura. Obrazovanie : monografija / V. P. Borisova, G. S. Vasil'eva, E. L. Vladimirova, N. K. Gavril'eva, V. R. Darbasov [i dr.]. – Moskva : Evroaziatskaja nauchno promyshlennaja palata, 2018. – 115 s. – ISBN 978-5-91327-458-8. – Tekst: neposredstvennyj.
4. Zemel'nyj kodeks Rossijskoj Federacii ot 25.10.2001 N 136-FZ (red. ot 25.12.2018) (s izm. i dop., vstup. v silu s 01.01.2019) // Sobranie zakonodatel'stva RF, 29.10.2001, N 44, st. 4147.
5. Gudim, A. A. Osobennosti sostavlenija matematicheskikh modelej pri raschete jeffektivnosti ispol'zovaniya zemel' / A. A. Gudim, T. Ja. Kaljuzhnaja // Studencheskie nauchnye raboty zemleustroitel'nogo fakul'teta : sbornik statej po materialam Mezhdunarodnoj studencheskoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Krasnodar, 28 fevralja 2019 goda / Otvetstvennyj za vypusk I.V. Sokolova. – Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I.T. Trubilina, 2019. – S. 107-112. – EDN HTAQMQ.
6. Fedorova, E. Regional features of agriculture development of the Republic of Sakha (Yakutia) / Fedorova E., Paraskovya Fedorova P. // E3S Web of Conferences 222, 06008, 2020.
7. Баврина А.П., Борисов И.Б. Современные правила применения корреляционного анализа // Медицинский альманах. 2021. №3 (68). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-pravila-primeneniya-korreljatsionnogo-analiza> (дата обращения: 12.10.2023).
8. Оценка эффективности использования земель. О. Артамонова. URL: <http://mega-e.su/info/zakonodatelstvo/otsenka-effektivnosti-ispolzovaniya-zemel/>.

*БЯСТИНОВА Марина Дмитриевна* – ученица 11 класса МОБУ СОШ № 17 г. Якутска.

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

*BYASTINOVA Marina Dmitrievna* – 11<sup>th</sup>-grade student, Secondary School No. 17, Yakutsk.

*БЯСТИНОВА Луиза Михайловна* – ст. преподаватель Финансово-экономического института, Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова.

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

*BYASTINOVA Luiza Mikhailovna* – Senior Lecturer, Institute of Finances and Economics, M. K. Ammosov North-Eastern Federal University.

*КЫЧКИН Алексей Александрович* – студент 3 курса, Финансово-экономический институт, Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова.

E-mail: [alesha.kychkin@mail.ru](mailto:alesha.kychkin@mail.ru)

*KYCHKIN Alexey Alexandrovich* – 3<sup>rd</sup>-year student, Institute of Finances and Economics, M. K. Ammosov North-Eastern Federal University.

*ФИЛИППОВ Евгений Романович* – студент 3 курса, Финансово-экономический институт, Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова

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

*FILIPPOV Evgeniy Romanovich* – 3<sup>rd</sup>-year student, Institute of Finances and Economics, M. K. Ammosov North-Eastern Federal University.