

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Научная статья  
УДК 631.3, 51-7  
<https://agroconf.sgau.ru>

### **Многовариантность математических методов в прикладных задачах АПК**

**В.Н. Буйлов, С.В. Чумакова, А.Г. Алибаев, Н. Калинин**

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,  
г. Саратов, Россия.

**Аннотация.** В данной работе рассматривается возможность использования различных разделов математики для решения прикладных вопросов, в частности, возникающих в агропромышленном комплексе и, соответственно, основывающихся на реальных данных. В качестве примеров были выбраны задачи из таких сфер АПК, как При этом проведен сравнительный анализ полученных результатов для обоснования выбора того или иного метода, позволяющего прийти к оптимальному результату.

**Ключевые слова:** методы, геометрия, ландшафт, дилерский центр, математический анализ, функция, сравнительный анализ.

**Для цитирования:** Буйлов В.Н., Чумакова С.В., Алибаев А.Г., Калинин Н. Многовариантность математических методов в прикладных задачах АПК // Аграрные конференции. 2022. № 33(3). С. 1-10. <http://agroconf.sgau.ru>

## NATURAL SCIENCES

Original article

### **Multivariate of mathematical methods in applied problems of the agro-industrial complex**

**V.N. Buylov, S.V. Chumakova, A.G. Alibaev, N. Kalinkin**

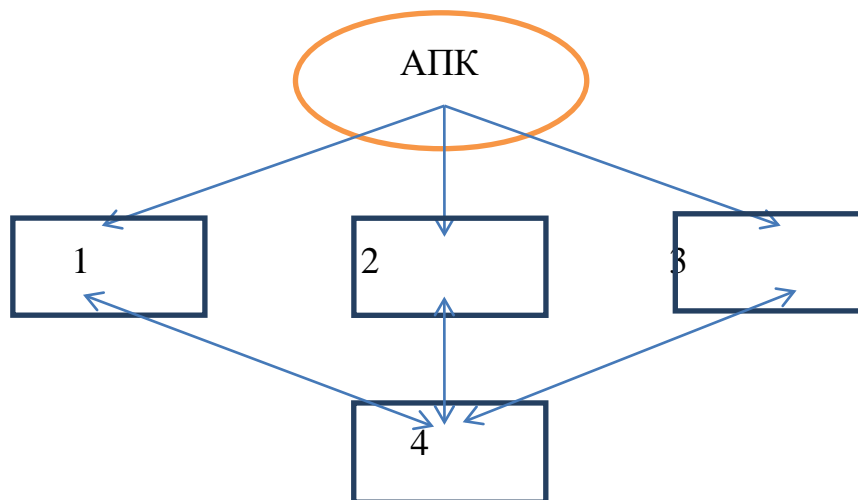
Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

**Abstract.** In this paper, we consider the possibility of using various sections of mathematics to solve applied issues, in particular, those arising in the agro-industrial complex and, accordingly, based on real data. As examples, tasks from such areas of the agro-industrial complex as were selected. At the same time, a comparative analysis of the obtained results to justify the choice of a particular method that allows you to come to the optimal result.

**Keywords:** methods, geometry, landscape, dealer center, mathematical analysis, function, comparative analysis.

**For citation:** Buylov V.N., Chumakova S.V., Alibaev A.G., Kalinkin N. Multivariate of mathematical methods in applied problems of the agro-industrial complex // AgrarianConferences, 2022;(33(3)): 1-10(InRuss.).<http://agroconf.sgau.ru>

**Введение.** Агропромышленный комплекс охватывает широкий спектр человеческой деятельности, касающейся сельского хозяйства и разделяющийся на четыре составляющие (см. рисунок).



**Схема, отражающая взаимосвязь междукомпонентами АПК:**

**1 - отрасли, производящие средства производства; 2 – сельское хозяйство; 3 - отрасли, производящие конечный продукт агропромышленного комплекса; 4 – наука, управление, кадры и т.д.**

Научная составляющая является неотъемлемой частью современного агропромышленного комплекса и помогает решать задачи, продиктованные современными реалиями [1]. Математические методы, как неотъемлемая часть научной компоненты, широко используются при нахождении оптимальных путей получения ответов на возникающие вопросы в процессе развития АПК, причем, как правило, существует несколько вариантов, способствующих достижению цели. На этом этапе возникает вопрос выбора оптимального решения. Тогда, для решения одной и той же задачи возможно применение нескольких математических подходов [9]. На этом этапе возникает вопрос выбора метода оптимального решения, эффективность которого определяется не только условиями, но и требованиями к полученным результатам: их точностью, наглядностью и т.д. В данном случае достаточно показательна и интересна задача, связанная с земельными территориями и их исследованиями [3]. Эти исследования могут быть актуальными для АПК в различных сферах, например, таких, как картография и земельный кадастр, пожарная безопасность, машины и оборудование и т.д.[4]

**Цель исследования.** Показать наличие нескольких вариантов решений задач АПК, основанных на различных математических методах [10], и провести их сравнительный анализ.

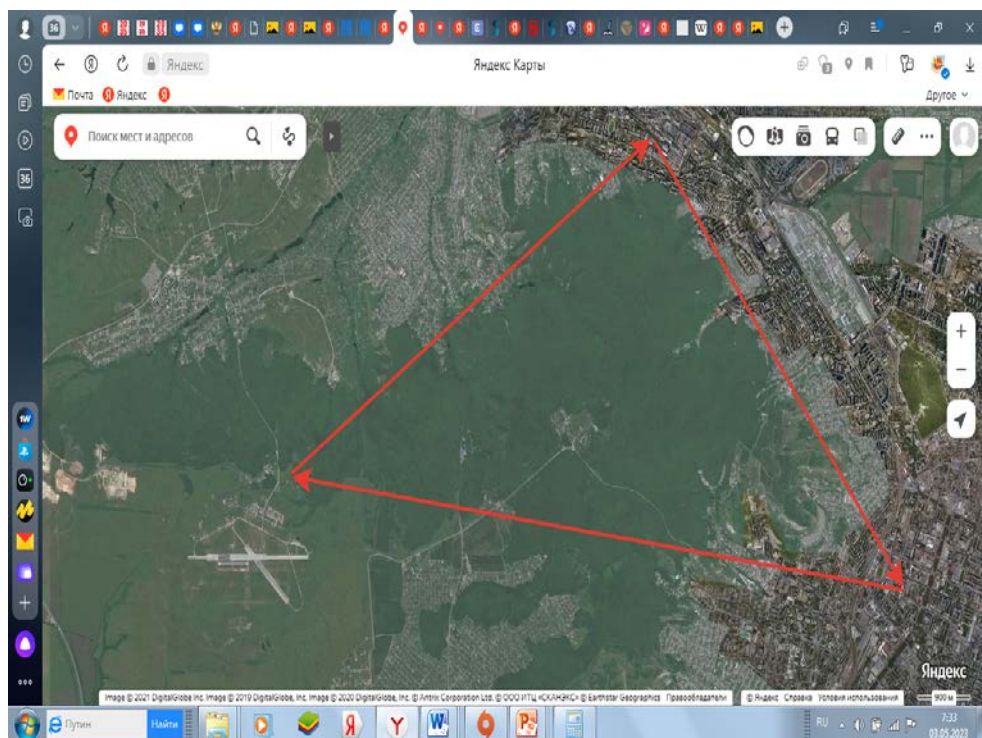
**Методика исследований.** В процессе выбора задач для показательного исследования были выбраны: оценка земельных ресурсов при учете геометрии местности и месторасположение технических центров на примере Саратовской

области, имеющей расположение на юго-востоке Восточно-Европейской равнины в Нижнем Поволжье, протяженность с запада на восток составляет 575 км, с севера на юг — 240 км, площадь — 100,2 тыс. кв.км.



**Карта Саратовской области**

**Результаты исследований.** Для оценки земельных ресурсов был выбран произвольный участок Уи проведены исследования, касательно занимаемой им площади, для наглядности на рисунке он очерчен красной линией (рис. 2.)



**Рис. 2. Исследуемый участок Саратовской области**

При нахождении площади были применены два подхода, с использованием: 1) формул геометрии, 2) математического анализа. [2]

Были введены следующие обозначения:

$S_1$  – искомая площадь, км<sup>2</sup>;

$a, b, c$  – длины сторон очерченного треугольника, км;

$P$  – периметр, км;

$p$  – полупериметр, км.

Для нахождения площади земельного участка при помощи формул геометрии была использована формула Герона, а именно:

$$S = \sqrt{p(p - a)(p - b)(p - c)} \quad (1)$$

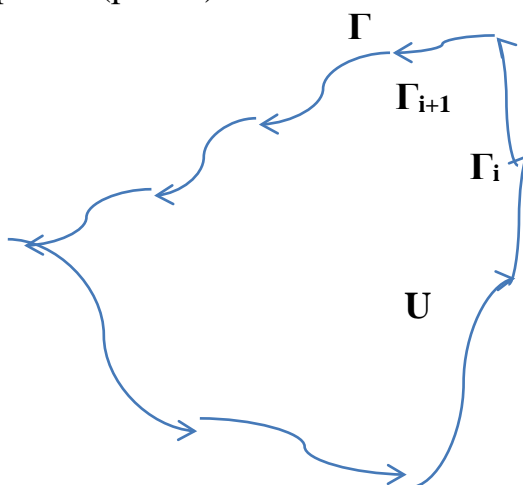
Подставляя в формулу (1) известные значения:

$a = 6,7$ км;  $b = 4,3$ км;  $c = 7$  км;  $P = 18$ км;  $p = 9$  км,

было получено численное значение площади, используя первый способ

$S_1 = 194,58$  км<sup>2</sup>

Другой вариант нахождения площади участка  $U$  предполагал использование математического анализа, в частности, формул интегрального исчисления. Для более точных вычислений удобно использовать криволинейный интеграл, который в силу своих свойств учитывает при подсчете все тонкости географии рельефа территории  $U$  (рис. 3).



**Рис. 3. Схема территории  $U$  с разбивкой его границы  $\Gamma$  на отдельные интервалы  $[\Gamma_i; \Gamma_{i+1}]$**

Вычисляемую площадь территории удобно отождествлять с площадью области интегрирования, а ее границу – с контуром интегрирования [2], [10].

Пусть:

$\Gamma$  – граница области и контур интегрирования;

$[\Gamma_i; \Gamma_{i+1}]$  – один из участков, составляющих границу  $\Gamma$ ;

$f_i$  – функция, описывающая рельеф местности на рассматриваемом участке границы  $\Gamma$  и  $f_i \in [\Gamma_i; \Gamma_{i+1}]$ .

Исходя из введенных обозначений

$$\Gamma = \sum_{i=1}^n (\Gamma_i; \Gamma_{i+1}), i = \overline{1; n} \quad (2)$$

Интегрирование велось по всей границе области  $\Gamma$ , являющейся непрерывной и дифференцируемой кривой в каждой точке очерченной границы, что делает возможным это действие.

Площадь  $S_2$  была так же найдена по формуле:

$$S_2 = \oint_{\Gamma} \left( \sum_{i=1}^n f_i(x) \right) dx \quad (3)$$

Подставив числовые данные в формулу (3), получим, что

$$S_2 = 201,72 \text{ км}^2,$$

полученные результаты первым и вторым методами подсчета площади территории  $U$ , можно по формуле

$$\Delta S = S_2 - S_1 \quad (4)$$

Исходя из числовых значений, погрешность вычислений площади территории  $U$  составила  $\Delta S = 7,14 \text{ км}^2$ .

Другая задача, рассматриваемая в качестве примера, касалась эффективности работы сети технических дилерских центров компании ООО «ТВС – Агротехника» за счет оптимизации их расположения. [9], [7] В данном случае эффективность ассоциировалась со скоростью доступности рабочей бригадой единиц техники для проведения мероприятий технического сервиса. Сеть располагалась на территории Саратовской области, и решение свелось к определению оптимального количества таких центров. Для ответа на вопрос, в первую очередь необходимо было очертить радиус охвата одного технического центра, и далее подсчитать расстояния от предполагаемого места расположения сервисного центра до единиц техники.

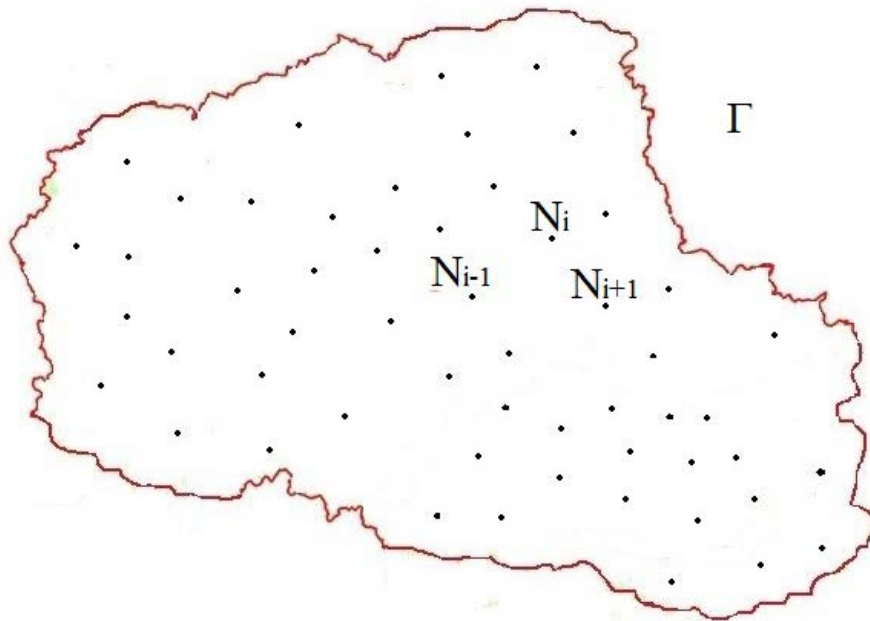
Пусть:

$S$  – площадь рассматриваемой области;

$\Gamma$  – граница области;

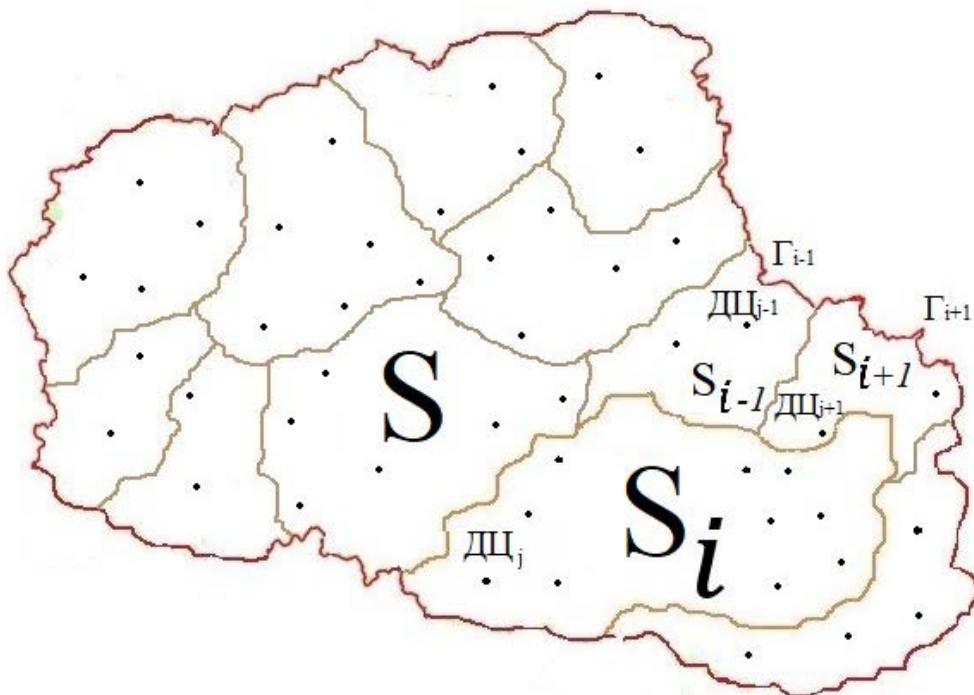
$N_i, N_{i-1}, N_{i+1}$  – населенные пункты.

Тогда схематично можно представить область и населенные пункты, как на рис. 4 [5].



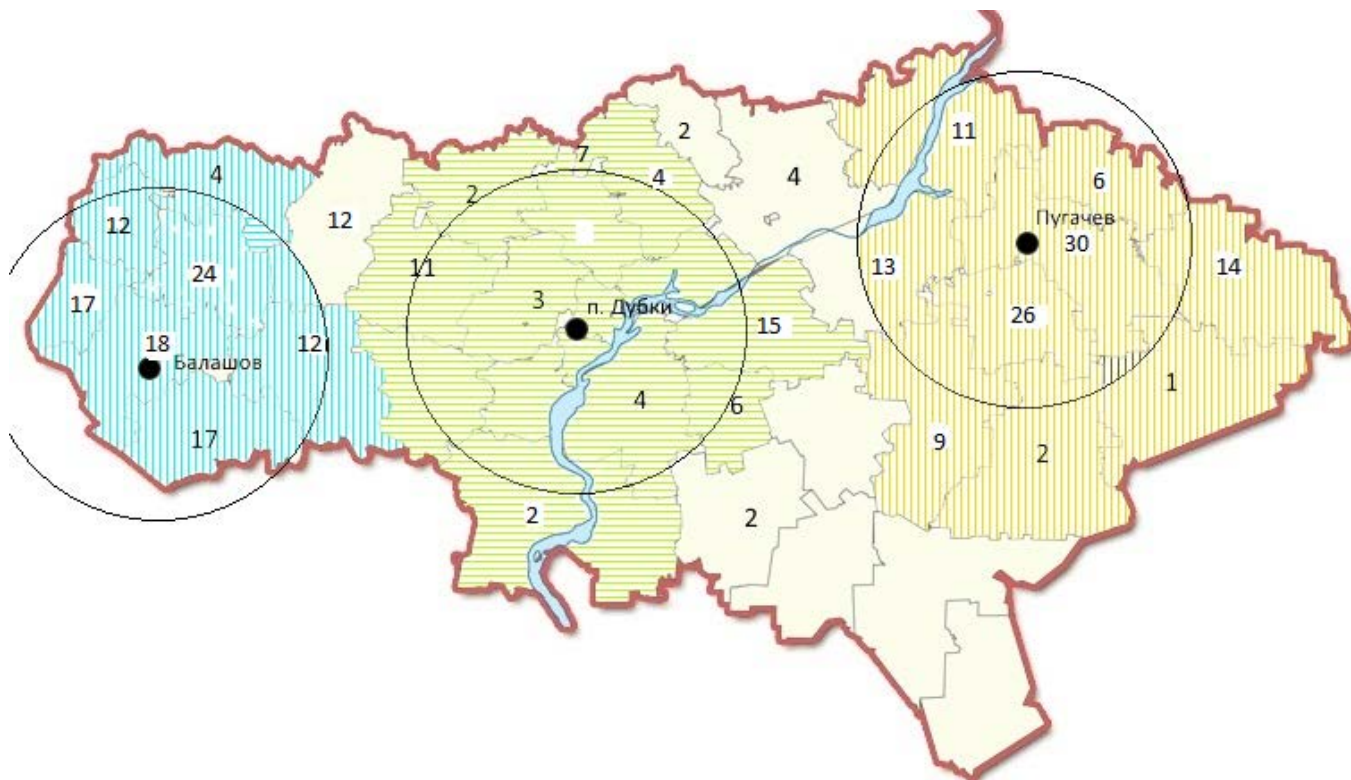
**Рис. 4. Схема расположения населенных пунктов области  $S$ ,  $\Gamma$  – граница области,  $N_i, N_{i-1}, N_{i+1}$  населенные пункты**

Далее, область  $S$  разбивается на участки  $S_i$  с границами  $\Gamma_i$ , предположительно содержащие дилерские центры  $ДЦ_i$  (рис. 5) [7].



**Рис. 5. Схема, отображающая разбиение области  $S$  на  $S_i$ -зоны обслуживания дилерскими центрами  $ДЦ_i$ ,  $\Gamma$  – граница области  $S$ ,  $\Gamma_i$  - граница  $S_i$ ,  $\Gamma_{i+1}$ -граница  $S_{i+1}$ ,  $\Gamma_{i-1}$  – граница  $S_{i-1}$**

При получении решения задачи, было рассмотрено два варианта: при сглаживании границ территории охвата одним техническим дилерским центром и без сглаживания (рис. 6) [6].



**Рис. 6. Схема, демонстрирующая расположение дилерских центров компании в Саратовской области**

При сглаживании границ территории обслуживания одним дилерским техническим центром в рассмотрение брался радиус  $R_1 = 90$  км. Тогда один центр захватывал площадь  $S_{i_1} = 25434 \text{ км}^2$ . Соответственно, общая площадь  $S_1$  при подсчете была равна  $S = 76302 \text{ км}^2$  и предлагалось дилерских технических центров  $n_1 = 4$ , исходя из площади Саратовской области.

Без сглаживания границ и с учетом фактической географии местности радиус охвата каждого дилерского центра составлял  $R_2 = 97$ , тогда один центр смог обслуживать территорию площади  $S_{i_2} = 29544,26 \text{ км}^2$ , что позволило сократить общее количество дилерских технических центров до  $n_2 = 3$ . [6, 7].

**Заключение.** На приведенных в данной статье примерах, было доказано, что одну и ту же задачу можно решать, используя различные математические методы. В свою очередь выбор метода напрямую зависит от вида требуемых результатов и от рациональности получения результатов.

## Список литературы

1. Хакимзянов, Г.С. Математическое моделирование: учебное пособие / Г.С. Хакимзянов, Л.Б. Чубаров, П.В. Воронина; Новосиб. гос. университет. – Новосибирск: РИЦ НГУ, 2014. – 263 с.
2. Камышова, Г.Н. Математический анализ. Учебное пособие./ Г.Н. Камышова, С.В. Чумакова, Н.Н. Терехова // Саратов, 2012. – 88 с.
3. Чумакова, С.В., Математические методы и компьютерные технологии в исследовании компонентов природной среды / С.В. Чумакова, Д.А. Попов // В сборнике: Специалисты АПК нового поколения. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. 2016. С. 872-875.
4. Буйлов, В.Н., К вопросу о причинах износа рабочих органов культиваторов / В.Н. Буйлов, И.В.Люляков, С.В. Чумакова // В сборнике: Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники. Материалы 30-го международного семинара им. В.В. Михайлова. 2017. С. 139-141.
5. Шишурин, С.А. Проектирование дополнительного сервисного центра для ооо «ТВС-агротехника» / С.А. Шишурин, П.А. Горбушин, С.В.Чумакова, А.А. Меденко // В сборнике: Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники. Материалы Национальной научно-технической конференции с международным участием имени В.В. Михайлова. Саратов, 2020. С. 96-101.
6. Шишурин, С.А. Система организации технического сервиса сельскохозяйственной техники региональными дилерами в саратовской области / С.А.Шишурин, П.А. Горбушин, С.В.Чумакова, А.А. Меденко // В сборнике: Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники. Материалы XXXIV Международной научно-технической конференции имени Михайлова В.В., Саратов, 2021. С. 103-107.
7. Шишурин, С.А. Повышение эффективности сервисных центров сельскохозяйственной техники John Deere на территории Саратовской области / С.А. Шишурин, С.В.Чумакова, А.А. Меденко // Аграрный научный журнал. 2018. № 8. С. 65-68.
8. Шишурин, С.А. Оптимизация расположения пунктов технического сервиса сельскохозяйственной техники / С.А. Шишурин, А.А. Меденко, С.В. Чумакова, В.А. Анисимова // Материалы Международного научно-технического семинара имени В.В. Михайлова, Саратов, 2019. С. 155-157.
9. Чумакова, С.В. Применение математического моделирования к задачам прикладного характера / С.В. Чумакова, Я.Р. Абдразакова// В сборнике: Современная интеллектуальная трансформация социально-экономических систем. Материалы III международной научно-практической конференции. 2020. С. 147-150.
10. Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления: в 3-х тт.: учебник для вузов: в 2 томах / Г. М. Фихтенгольц. — 16-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022 Том 2: Курс дифференциального и ин-



тегрального исчисления 2022. 800 с. ISBN 978-5-8114-9785-0. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система.

## References

1. Khakimzyanov, G.S. Mathematical modeling: study guide / G.S. Khakimzyanov, L.B. Chubarov, P.V. Voronin; Novosib. state university. - Novosibirsk: RIC NGU, 2014. - 263 p.
2. Камышова, G.N. Mathematical analysis. Textbook./ G.N. Kamysheva, S.V. Chumakova, N.N. Terekhov // Saratov, 2012. - 88 p.
3. Chumakova, S.V. Mathematical methods and computer technologies in the study of the components of the natural environment / S.V. Chumakova, D.A. Popov // In the collection: Specialists of the agro-industrial complex of the new generation. Collection of articles of the All-Russian scientific-practical conference. Saratov State Agrarian University. N.I. Vavilov. 2016. S. 872-875.
4. Buylov, V.N. To the question of the causes of wear of the working bodies of cultivators / V.N. Buylov, I.V. Lyulyakov, S.V. Chumakova // In the collection: Problems of economy and operation of autotractor equipment. Proceedings of the 30th International Seminar. V.V. Mikhailov. 2017. S. 139-141.
5. Shishurin, S.A. Design of an additional service center for TVS-agrotechnika LLC / S.A. Shishurin, P.A. Gorbushin, S.V. Chumakova, A.A. Medenko // In the collection: Problems of economy and operation of auto-tractor equipment. Materials of the National Scientific and Technical Conference with International Participation named after V.V. Mikhailov. Saratov, 2020. S. 96-101.
6. Shishurin, S.A. Organization system of technical service of agricultural machinery by regional dealers in the Saratov region / S.A. Shishurin, P.A. Gorbushin, S.V. Chumakova, A.A. Medenko // In the collection: Problems of economy and operation of autotractor equipment. Proceedings of the XXXIV International Scientific and Technical Conference named after Mikhailov V.V., Saratov, 2021. P. 103-107.
7. Shishurin, S.A., Increasing the efficiency of John Deere agricultural equipment service centers in the Saratov region / S.A. Shishurin, S.V. Chumakova, A.A. Medenko // Agrarian scientific journal. 2018. No. 8. S. 65-68.
8. Shishurin, S.A. Optimization of the location of technical service points of agricultural machinery / S.A. Shishurin, A.A. Medenko, S.V. Chumakova, V.A. Anisimova // Proceedings of the International Scientific and Technical Seminar named after V.V. Mikhailova, Saratov, 2019. S. 155-157.
9. Chumakova, S.V. Application of mathematical modeling to applied problems / S.V. Chumakova, Ya.R. Abdrazakova // In the collection: Modern intellectual transformation of socio-economic systems. Materials of the III international scientific-practical conference. 2020. S. 147-150.
10. Fikhtengolts, G. M. Course of differential and integral calculus: in 3 vols.: textbook for universities: in 2 volumes / G. M. Fikhtengolts. - 16th ed., revised. - St. Petersburg: Lan, 2022 - Volume 2: Course of differential and integral calculus - 2022.

- 800 p. - ISBN 978-5-8114-9785-0. — Text: electronic // Doc: electronic library system.

*Статья поступила в редакцию 12.01.2022; одобрена после рецензирования 19.01.2022; принята к публикации 31.01.2022.*

*The article was submitted 12.01.2022; approved after reviewing 19.01.2022; accepted for publication 31.01.2022.*