

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

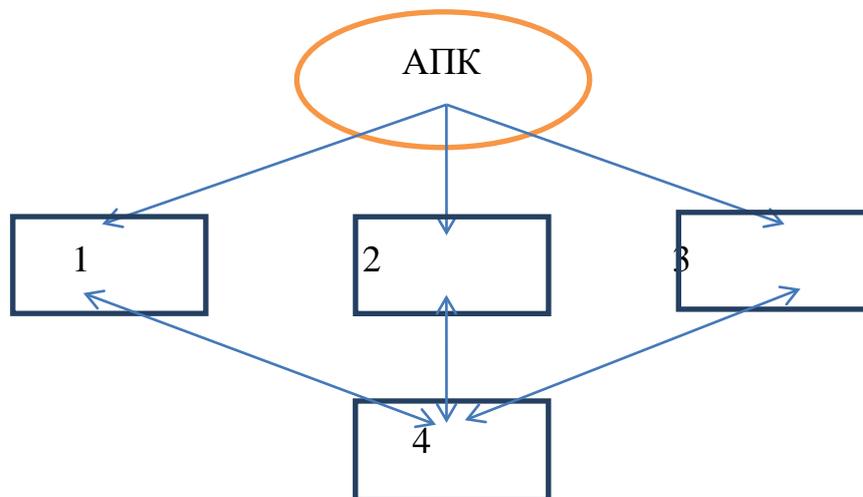
Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

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:

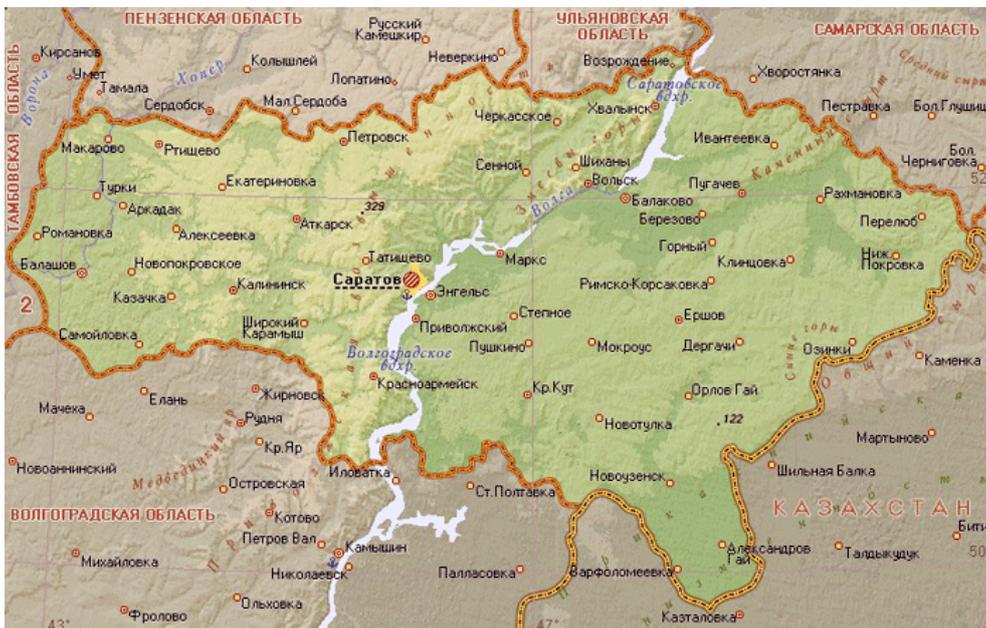
1 - отрасли, производящие средства производства; 2 – сельское хозяйство; 3 - отрасли, производящие конечный продукт агропромышленного комплекса; 4 – наука, управление, кадры и т.д.

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.)

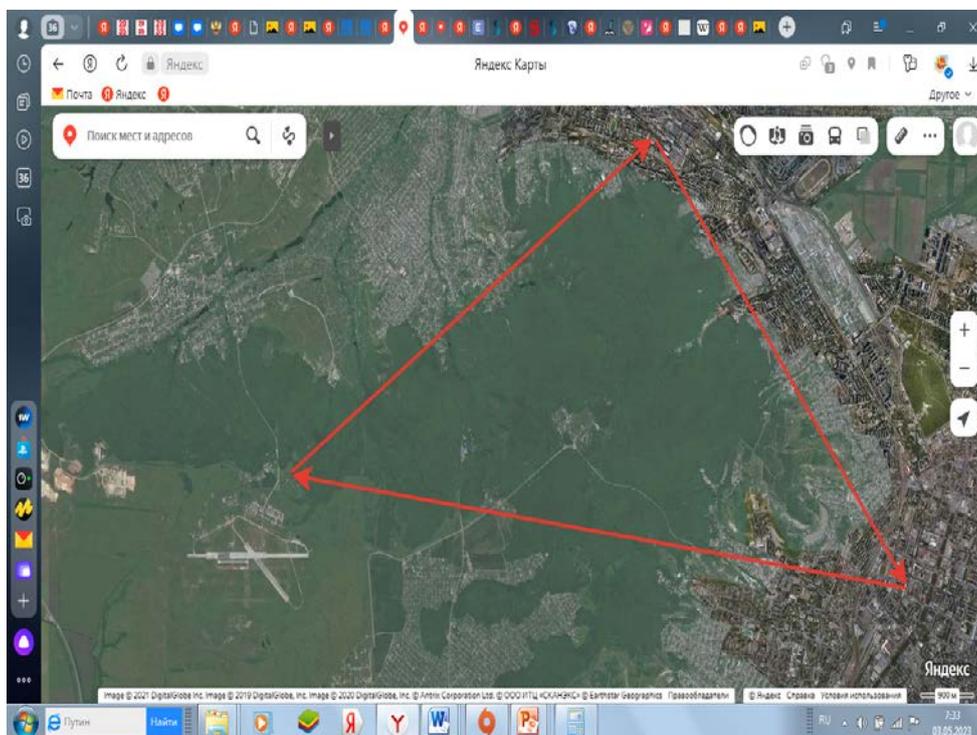


Рис. 2. Исследуемый участок Саратовской области

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

Были введены следующие обозначения:

S_1 – искомая площадь, км²;

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

$S_1 = 194,58$ км²

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).

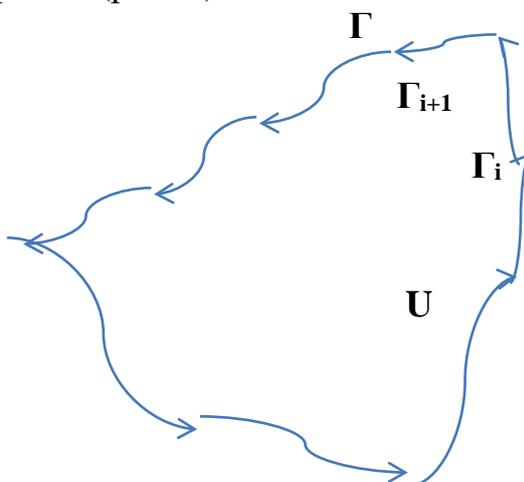


Рис. 3. Схема территории U с разбивкой его границы Γ на отдельные интервалы $[\Gamma_i; \Gamma_{i+1}]$

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

Пусть:

Γ – граница области и контур интегрирования;

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

f_i – функция, описывающая рельеф местности на рассматриваемом участке границы Γ 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 Γ , 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;

Γ – 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].

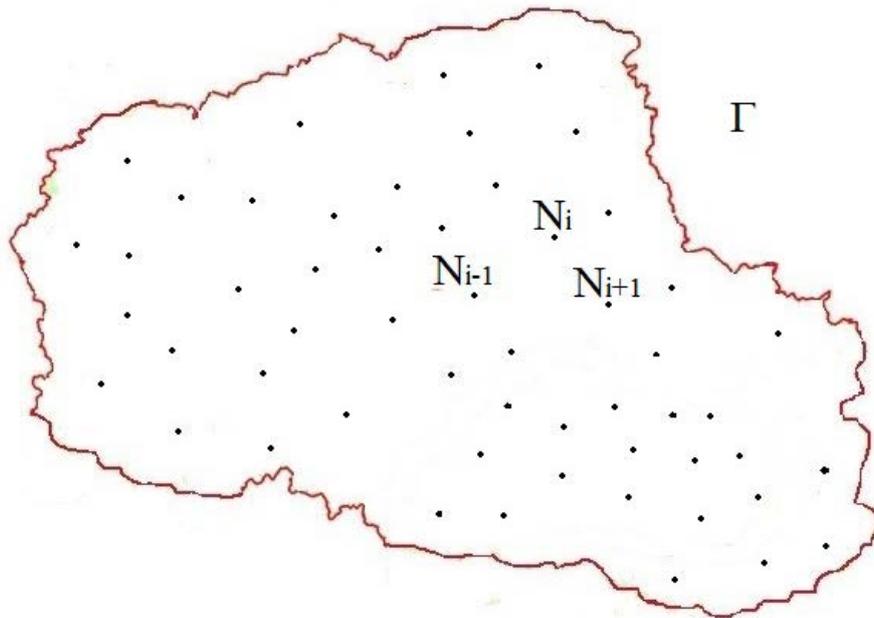


Рис. 4. Схема расположения населенных пунктов области S , Γ – граница области, N_i, N_{i-1}, N_{i+1} населенные пункты

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

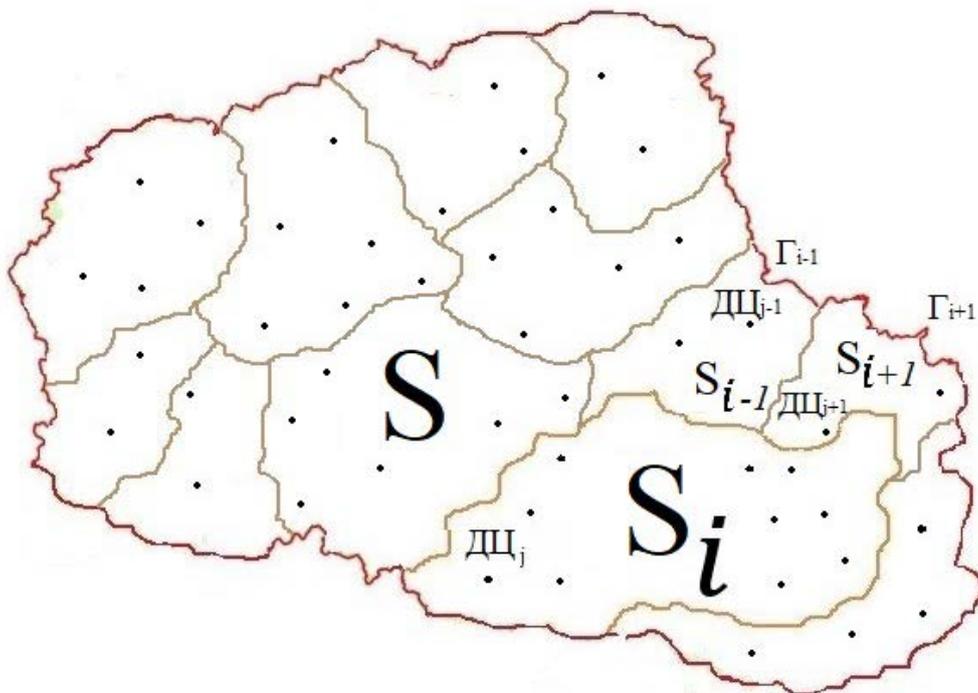


Рис. 5. Схема, отображающая разбиение области S на S_i -зоны обслуживания дилерскими центрами $ДЦ_i$, Γ – граница области S , Γ_i - граница S_i , Γ_{i+1} -граница S_{i+1} , Γ_{i-1} – граница S_{i-1}

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

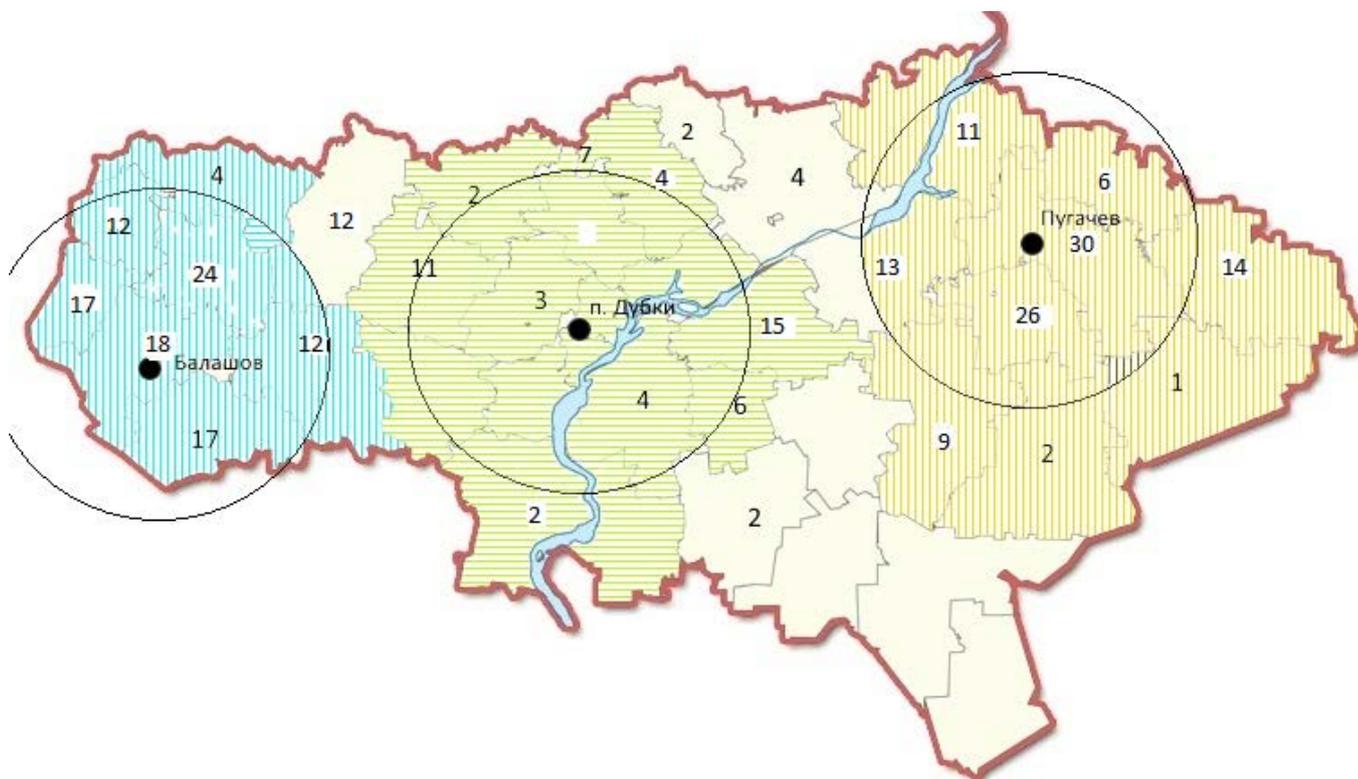


Рис. 6. Схема, демонстрирующая расположение дилерских центров компании в Саратовской области

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 // Doe: 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.