



DOI: 10.26898/0370-8799-2020-2-11

УДК: 631.3:004.422

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПО ВЫБОРУ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Альт В.В., Балушкина Е.А., Исакова С.П.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

Для цитирования: Альт В.В., Балушкина Е.А., Исакова С.П. Математическая модель по выбору технологий возделывания зерновых культур // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 2. С. 92–99. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-2-11.

For citation: Alt V.V., Balushkina E.A., Isakova S.P. Matematicheskaya model' po vyboru tekhnologii vozdelvaniya zernovykh kul'tur [Mathematical model for choosing grain crops cultivation technologies] *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2020, vol. 50, no. 2, pp. 92–99. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-2-11.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Проведены исследования по повышению эффективности сельскохозяйственного производства за счет выбора технологии и технических средств на основе математической модели с учетом особенностей расположения и производственных условий хозяйства. Выделены лимитирующие факторы развития зернового производства: увлажнение и сумма температур в вегетационный период, безморозный период и др. Рассмотрены технологии основной обработки почв, обеспечивающих минимизацию воздействия лимитирующих факторов на урожайность. Представлена обобщенная структурная схема процесса выбора технологий и технических средств при возделывании зерновых культур. Сформированы ограничения, влияющие на выбор агротехнологии: почвенно-климатические условия, фитосанитарная обстановка, севооборот, наличие семян и техники и др. Обоснованы критерии оптимизации, которые позволяют выбирать технологии и технические средства, обеспечивая снижение затрат, энергосбережение и экономию трудовых ресурсов при соблюдении заданных агротехнических сроков выполнения

MATHEMATICAL MODEL FOR CHOOSING GRAIN CROPS CULTIVATION TECHNOLOGIES

Alt V.V., Balushkina E.A., Isakova S.P.

Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences

Krasnoobsk, Russia

Research has been conducted to improve the efficiency of agricultural production by choosing technology and technical equipment based on a mathematical model, taking into account the peculiarities of location and production conditions of a farm. The limiting factors of the development of grain production are highlighted such as moisture content and the sum of temperatures during the growing season, frost-free period, etc. Basic soil tillage technologies that minimize the impact of limiting factors on the yield are considered. A generalized block diagram of the selection process of technologies and technical means for the crop cultivation is presented. Constraints are formed that affect the choice of agricultural technology such as soil and climatic conditions, phytosanitary conditions, crop rotation, availability of seeds and equipment, etc. Optimization criteria have been substantiated that allow to choose technologies and technical means, ensuring cost reduction, energy saving and labor saving while following the specified agrotechnical deadlines of technological operations. A mathematical model has been developed with optimality criteria: consumption of fuels and lubricants, the number

технологических операций. Разработана математическая модель с критериями оптимальности: расходом горюче-смазочных материалов, числом механизаторов, затратами на производство. В модель вошли следующие ограничения: учет агроклиматического расположения хозяйства, учет кадрового потенциала, выполнение заданного объема работ. Модель дает возможность оценить агротехнологию и технические средства по следующим параметрам: минимальной величине прямых затрат, минимальному расходу горюче-смазочных материалов и необходимому числу механизаторов для реализации агротехнологии. На основе данной модели будет разработано программное обеспечение и проведена апробация полученных результатов на данных конкретного хозяйства. Использование программного обеспечения позволит повысить эффективность сельскохозяйственного производства за счет обоснованного принятия управленческих решений сельхозтоваропроизводителю в области выбора и реализации технологий.

Ключевые слова: математическая модель, критерии оптимизации, агротехнологии, ограничения, методы выбора, факторы

ВВЕДЕНИЕ

Хозяйства, занимающиеся выращиванием зерновых культур, в качестве перспективы развития производства рассматривают современные системы земледелия. Они характеризуются эффективностью использования природных ресурсов за счет комплексного учета почвенных, природно-климатических, фитосанитарных и производственных условий хозяйства. Однако низкая степень внедрения таких систем земледелия связана с недостатком информации о возможности их применения в условиях конкретного хозяйства [1–3].

В связи с этим при выборе технологий требуется решение отдельных задач применительно к конкретным почвенно-климатическим и природным условиям, способу посева, оптимальным срокам проведения работ, выбору комплексов машин, обеспечивающих качественное и высокопроизводительное выполнение работ, выбору наиболее рациональных форм организации производственных работ и учета затрат на выполнение всего комплекса работ [4, 5].

of machine operators and production cost. The model includes the following restrictions: the agroclimatic location of the farm, personnel potential, and fulfilment of a given amount of work. The model allows to evaluate agricultural technology and technical means according to the following parameters: the minimum amount of direct costs, the minimum consumption of fuel and lubricants and the necessary number of machine operators for the implementation of agricultural technology. This model will become the basis of the software, which will be used to test the results and data obtained on a specific farm. The use of this software will increase the efficiency of agricultural production by making informed management decisions for agricultural producers in the selection and implementation of technologies.

Keywords: mathematical model, optimization criteria, agricultural technologies, restrictions, selection methods, factors

Определение необходимого состава машинно-тракторного парка (МТП) для выбранной технологии также зависит от агроклиматических особенностей зоны расположения хозяйства, почвенных факторов и уровня интенсификации производства.

Условия производства зерновых культур существенно различаются в зависимости от зоны расположения хозяйства. На территории Сибири выделяют пять зон: сухостепную, степную, лесостепную, южно-таежную и южно-сибирскую. Их различия определяют дифференциацию производственного направления, структуры посевных площадей, технологических приемов земледелия и других элементов системы ведения хозяйства.

Исходной позицией при разработке технологии возделывания культур являются агроэкологические требования культуры и сорта к условиям произрастания. Последовательное преодоление факторов, снижающих урожайность культуры и качество продукции, позволяет сформировать наиболее оптимальную технологию возделывания для конкретных условий хозяйства [5, 6].

Сельхозтоваропроизводитель при составлении планов должен четко понимать, какую технологию ему необходимо выбрать, учитывая ресурсобеспеченность и зону расположения хозяйства [4, 7].

Одна из особенностей современного этапа развития сельского хозяйства – оптимизация выбора существующих практик земледелия. Среди них можно выделить следующие подходы:

– применение широкозахватной техники. Для этого с учетом рельефа, уклонов, размера и конфигурации полей применяют максимально возможную для условий хозяйства по ширине захвата технику, что позволяет сократить расход горючего, число механизаторов, проводить технологические операции в оптимальные сроки с большей производительностью, меньше уплотнять почву;

– использование комбинированных сельскохозяйственных орудий и агрегатов, которые за один проход выполняют несколько технологических операций, что позволяет сократить количество технологических операций на поле;

– эколого-экономически обоснованная замена механических обработок почвы с применением гербицидов. Для экономии трудозатрат перед выбором способа борьбы с сорняками учитывают соотношение цены на средства защиты растений и дизтопливо, наличие техники [8].

Для каждой технологии рассчитывают оптимальные варианты использования машинно-тракторного парка и машинно-тракторных агрегатов [9].

Процесс выбора агротехнологий необходимо осуществлять на основе имеющихся данных о хозяйстве (постоянные и переменные факторы) путем последовательного преодоления факторов, лимитирующих урожайность культуры. Количество таких факторов зависит от особенностей расположения хозяйства, биологических требований возделываемых культур, агроклиматического потенциала и уровня интенсификации производства. В связи с этим для выбора наиболее подходящей агротехнологии и технических средств для ее выполнения необ-

ходимо сформировать экономико-математическую модель для оценки.

Цель исследования – для повышения эффективности сельскохозяйственного производства разработать экономико-математическую модель оценки агротехнологий и технических средств с учетом особенностей расположения и производственных условий хозяйства.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в 2018–2020 гг. Сельскохозяйственное производство Сибирского федерального округа относится к зоне рискованного земледелия. В качестве лимитирующих факторов развития зернового производства могут быть выделены увлажнение и сумма температур в вегетационный период, безморозный период и др. Рассматриваются технологии основной обработки почв, обеспечивающих минимизацию воздействия на урожай лимитирующих факторов.

Объектом исследования стал процесс выбора технологий и технических средств при возделывании зерновых культур, который может быть представлен в виде укрупненной структурной схемы (см. рисунок).

К постоянным факторам в данном исследовании относятся агроклиматическая зона расположения хозяйства, его производственная направленность, конфигурация полей и их площади, состав машинно-тракторного парка (МТП) хозяйства, культуры, севооборот и др. К переменным факторам относятся агроклиматические характеристики зоны (сумма осадков, температур), сорта культур, необходимость применения средств защиты и удобрений и др. [10].

При проведении исследований использовали логический и математический анализ материалов, системный подход, методологию разработки экономико-математических моделей. Для обоснования критериев оптимальности экономико-математической модели проведен патентно-информационный поиск научной литературы и имеющихся технологических решений. Входные параметры математической модели, влияю-

в качестве одного из критериев оценки.

В сельскохозяйственных предприятиях машинно-тракторный парк является базой, необходимой для обеспечения выполнения технологий в агротехнические сроки конкретной зоны с учетом производственных условий хозяйства, поэтому при выборе технологий необходимо учитывать качественный и количественный состав технических средств. Расходы на содержание и эксплуатацию машин, прямые затраты на возделывание культур, определяемые ГОСТ Р 53056–2008, являются комплексной статьей затрат в себестоимости продукции растениеводства. В связи с этим в качестве одного из критериев оценки состава парка целесообразно выбрать прямые затраты [13].

Таким образом, для повышения эффективности производства необходимо выбирать технологии и технические средства, которые обеспечат снижение затрат, энергосбережение и экономию трудовых ресурсов при соблюдении заданных агротехнических сроков выполнения технологических операций. К факторам, влияющим на решение задачи, относятся агроклиматическая зона расположения хозяйства, кадровый потенциал и ресурсообеспеченность сельхозтоваропроизводителя.

Для учета агроклиматического расположения хозяйства необходимо соблюдать следующие условия:

- ширина захвата агрегата не должна превышать максимально-возможную ширину захвата техники на поле (здесь и далее под понятием поля подразумевается рабочий участок);
- сроки посева и уборки должны соответствовать агроклиматическим срокам данной зоны.

Для выполнения заданного объема работ необходимо соблюдать следующие ограничения:

- объем работ, выполненный агрегатами на поле, должен быть равен площади данного поля;
- число тракторов и сельскохозяйственных машин, выполняющих все работы в заданном периоде, не должно превосходить их общее число в парке хозяйства.

Для учета кадрового потенциала хозяйства необходимо соблюдать следующие ограничения:

- число механизаторов конкретного разряда, выполняющих все работы в заданном периоде времени не должно превосходить их общее число в хозяйстве с учетом подготовленного резерва механизаторов;
- разряд механизатора, выполняющего заданную работу на агрегате, должен быть не ниже разряда выполняемой работы.

Тогда критерий оптимизации по прямым затратам одного из вариантов можно представить в виде выражения

$$\sum_{a,f,r_f} \left(\begin{array}{l} Gsm_{ar_f} \cdot Ga_{ar_f} \cdot CGsm \cdot k_a + \\ + AT_a + AC_a + TOT_a + TOC_a + \\ + StM_{ar_f} \cdot KM_{ar_f} \cdot nD_{ar_f} \cdot \\ \left(1 + \frac{Dr_f}{100} \right) \end{array} \right) = F_1 \rightarrow \min, (1)$$

где Gsm_{ar_f} – расход ГСМ a -го агрегата на r -й работе, кг/га; Ga_{ar_f} – объем работ a -го агрегата на r -й работе на f -м поле, га; $CGsm$ – стоимость ГСМ, р./кг; k_a – коэффициент учета стоимости смазочных материалов; AT_a , AC_a – амортизационные начисления на трактор и сельскохозяйственную машину a -го агрегата, р.; TOT_a , TOC_a – затраты на техобслуживание и ремонт для трактора и сельскохозяйственной машины a -го агрегата, р.; StM_{ar_f} – ставка механизатора, работающего на a -м агрегате на r -й работе на f -м поле, р./смена; KM_{ar_f} – число механизаторов на a -м агрегате, необходимых для выполнения r -й работы на f -м поле, шт.; Dr_f – социальные отчисления, начисляемые за выполнение r -й работы на f -м поле, %.

Критерий оптимизации по расходу ГСМ одного из вариантов представлен в виде выражения

$$\sum a_{j,f} r_f, Gsm_{ar_f} = F_2 \rightarrow \min. \quad (2)$$

Критерий оптимизации по количеству механизаторов и их резерва одного из вариантов представлен в виде выражения

$$\sum a_{j,f} r_f, KM_{ar_f} = F_3 \rightarrow \min. \quad (3)$$

Таким образом, задачу по выбору технологии и технических средств можно сформулировать следующим образом: определить вариант технологии с распределением имеющейся техники в хозяйстве и такой план ее использования в течение всего года, при котором достигается совокупность минимумов критериев оптимизации (1)–(3) при условии выполнения описанных выше условий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная экономико-математическая модель позволяет оценить агротехнологию и технические средства по следующим параметрам: минимальному расходу прямых затрат, расходу ГСМ и числу механизаторов, необходимых для ее выполнения. На основе данной модели в дальнейшем будет разработано программное обеспечение и проведена апробация полученных результатов на данных конкретного хозяйства Сибирского федерального округа. Это в свою очередь даст возможность повысить эффективность сельскохозяйственного производства за счет обоснованного принятия управленческих решений сельхозтоваропроизводителю в области выбора технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Bavorova M., Imamverdiyev N., Ponkina E.* Farm-level economics of innovative tillage technologies: the case of no-till in the Altai Krai in Russian Siberia // *Environmental science and pollution research*. 2018. N 25. Vol. 5. P. 1016–1032. DOI: 10.1007/s11356-017-9268-y.
2. *Иванова С.В.* Наилучшие доступные технологии в растениеводстве для регионов Сибири // XXI век. Техносферная безопасность. 2016. № 1(1). С. 59–67.
3. *Barnes A., De Soto I., Eory V.* Influencing factors and incentives on the intention to adopt precision agricultural technologies within arable farming systems // *Environmental Science and Policy*. 2019. N 93. P. 66–74. DOI: 10.1016/j.envsci.2018.12.014.
4. *Ткаченко В.В.* Методика многокритериальной комплексной оценки и выбора технологии возделывания сельскохозяйственных культур // *Научный журнал Кубанского ГАУ*. 2016. № 123 (09). С. 1–19.
5. *Кирюшин В.И., Иванов А.Л.* Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: монография. М.: Росинформагротех, 2005. 784 с.
6. *Кирюшин В.И.* Экологические основы земледелия: монография. М.: Колос, 1996. 336 с.
7. *Khondoker A.* Perception and adoption of a new agricultural technology: Evidence from a developing country // *Technology in society*. 2018. Vol. 55. P. 126–135. DOI: 10.1016/j.techsoc.2018.07.007.
8. *Капустин С.И.* Обоснование уровня технологий полевых культур // *Сельскохозяйственный журнал*. 2019. № 2 (12). С. 12–19. DOI: 10.25930/002.2.12.2019.
9. *Докин Б.Д., Степчук С.А., Елкин О.В., Чекусов М.С.* Обоснование выбора технологий и технических средств для возделывания зерновых культур в условиях Сибири // *Вестник НГАУ*. 2013. № 1 (26). С. 111–118.
10. *Альт В.В., Исакова С.П., Лапченко Е.А., Елкин О.В.* Структурная схема по выбору технологий и технических средств в растениеводстве // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2019. Т. 49. № 3. С. 87–93. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-3-11.
11. *Торопова Е.Ю., Селюк М.П., Юшкевич Л.В., Захаров А.Ф.* Фитосанитарные последствия приемов обработки почвы в лесостепи Западной Сибири // *Растениеводство, селекция и семеноводство*. 2012. № 3 (28). С. 86–91.
12. *Рзаева В.В.* Способ и глубина основной обработки почвы при влиянии на засоренность посевов яровой пшеницы // *Аграрный вестник Урала*. 2017. № 12 (166). С. 53–57.
13. *Драгайцев В.И.* Об эффективности научно-технического прогресса при производстве зерновых культур // *Техника и оборудование для села*. 2013. № 7. С. 30–34.
14. *Гостев А.В., Пыхтин А.И.* Структура нормативно-справочной базы данных системы

поддержки сельхозтоваропроизводителей по рациональному выбору высокорентабельных адаптивных технологий возделывания зерновых культур // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 2. С. 37–41. DOI: 10.17513/snt.36903.

15. Полухин А.А. Потребление энергоресурсов в сельском хозяйстве Российской Федерации // Агрофорум. 2019. № 1. С. 24–25.
16. Быченко Ю.Г., Шабанов В.Л. Современная миграция сельского населения: особенности, направления, последствия // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2012. № 2 (41). С. 136–142.

REFERENCES

1. Bavorova M., Imamverdiyev N., Ponkina E. Farm-level economics of innovative tillage technologies: the case of no-till in the Altai Krai in Russian Siberia. *Environmental science and pollution research*, 2018, no. 25, vol. 5, pp. 1016–1032. DOI: 10.1007/s11356-017-9268-y.
2. Ivanova S. V. Nailuchshie dostupnye tekhnologii v rastenievodstve dlya regionov Sibiri [The best available technologies in Siberian agricultural industry]. *XXI vek. Tekhnosfernaya bezopasnost'* [XXI Century. Technosphere Security], 2016, no. 1(1), pp. 59–67. (In Russian).
3. Barnes A., De Soto I., Eory V. Influencing factors and incentives on the intention to adopt precision agricultural technologies within arable farming systems. *Environmental Science and Policy*, 2019, no. 93, pp. 66–74. DOI: 10.1016/j.envsci.2018.12.014.
4. Tkachenko V. V. Metodika mnogokriterial'noi kompleksnoi otsenki i vybora tekhnologii vozdeleyvaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur [Methods of multicriterial comprehensive assessment and selection of the technology for growing crops]. *Nauchnyi zhurnal Kubanskogo GAU* [Scientific Journal of Kuban State Agrarian University], 2016, no. 123 (09), pp. 1–19. (In Russian).
5. Kiryushin V.I., Ivanov A.L. *Agroekologicheskaya otsenka zemel', proektirovanie adaptivno-landshaftnykh sistem zemledeliya i agrotekhnologii* [Agroecological assessment of land, design of adaptive landscape systems of agriculture and agricultural technologies]. M.: Rosinformagrotekh Publ., 2005, 784 p. (In Russian).
6. Kiryushin V.I. *Ekologicheskie osnovy zemledeliya* [Ecological basis of agriculture]. M.: Kolos Publ., 1996, 336 p.
7. Khondoker A. Perception and adoption of a new agricultural technology: Evidence from a developing country. *Technology in society*, 2018, vol. 55, pp. 126–135. DOI: 10.1016/j.techsoc.2018.07.007.
8. Kapustin S.I. Obosnovanie urovnya tekhnologii polevykh kul'tur [Justification of field crop technology]. *Sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [Agricultural Journal], 2019, no. 2 (12), pp. 12–19. DOI: 10.25930/002.2.12.2019. (In Russian).
9. Dokin B.D., Stepchuk S.A., Elkin O.V., Chekusov M.S. Obosnovanie vybora tekhnologii i tekhnicheskikh sredstv dlya vozdeleyvaniya zernovykh kul'tur v usloviyakh Sibiri [Justification of the choice of technologies and technical means for the cultivation of grain crops in Siberia]. *Vestnik NGAU* [Bulletin of Novosibirsk State Agrarian University], 2013, no. 1 (26), pp. 111–118. (In Russian).
10. Al't V.V., Isakova S.P., Lapchenko E.A., Elkin O.V. Strukturnaya skhema po vyboru tekhnologii i tekhnicheskikh sredstv v rastenievodstve [Structural scheme for the choice of technologies and technical means in plant growing]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2019, vol. 49, no. 3, pp. 87–93. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-3-11. (In Russian).
11. Toropova E.Yu., Selyuk M.P., Yushkevich L.V., Zakharov A.F. Fitosanitarnye posledstviya priemov obrabotki pochvy v lesostepi Zapadnoi Sibiri [Phytosanitary consequences of tillage methods in forest-steppe zone of West Siberia]. *Rastenievodstvo, selektsiya i semenovodstvo* [Crop Production, Breeding and Seed Production], 2012, no. 3 (28), pp. 86–91. (In Russian).
12. Rzaeva V.V. Sposob i glubina osnovnoi obrabotki pochvy pri vliyanii na zasorennost' posevov yarovoi pshenitsy [Method and depth of the main processing of the soil in the impact on the weediness of crops of spring wheat]. *Agrarnyi vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], 2017, no. 12 (166), pp. 53–57. (In Russian).
13. Dragaitsev V.I. Ob effektivnosti nauchno-tekhnicheskogo progressa pri proizvodstve zernovykh kul'tur [On the effectiveness of scientific and technological progress in the pro-

- duction of grain crops]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela* [Machinery and Equipment for Rural Area], 2013, no. 7, pp. 30–34. (In Russian).
14. Gostev A.V., Pykhtin A.I. Struktura normativno-spravochnoi bazy dannykh sistemy podderzhki sel'khozovoproizvoditelei po ratsional'nomu vyboru vysokorentabel'nykh adaptivnykh tekhnologii vozdelevaniya zernovykh kul'tur [Normative-reference database structure for agricultural manufactures support system and rational choice of cost-effective adaptive technologies for grain crops cultivation]. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii* [Modern Science-Intensive Technologies], 2018, no. 2, pp. 37–41. DOI: 10.17513/snt.36903. (In Russian).
15. Polukhin A.A. Potreblenie energoresursov v sel'skom khozyaistve Rossiiskoi Federatsii [Energy Consumption in Agriculture of the Russian Federation]. *Agroforum* [Agro-Forum], 2019, no. 1, pp. 24–25. (In Russian).
16. Bychenko Yu.G., Shabanov V.L. Sovremennaya migratsiya sel'skogo naseleniya: osobennosti, napravleniya, posledstviya [Modern migration of rural population: trends and consequences]. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo sotsial'no-ekonomicheskogo universiteta* [Vestnik of Saratov State Socio-Economic University], 2012, no. 2 (41), pp. 136–142. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Альт В.В., академик РАН, профессор, доктор технических наук, руководитель структурного подразделения; e-mail: altviktor@ngs.ru

Балущкина Е.А., старший научный сотрудник; e-mail: elpice@yandex.ru

✉ **Исакова С.П.**, старший научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, СФНЦА РАН; а/я 463, e-mail: isakova.s.p@yandex.ru

AUTHOR INFORMATION

Alt V.V., Academician of Russian Academy of Sciences, Professor, Doctor of Science in Engineering, Head of the Structural Unit; e-mail: altviktor@ngs.ru

Balushkina E.A., Senior Researcher; e-mail: elpice@yandex.ru

✉ **Isakova S.P.**, Senior Researcher; **address:** PO Box 463, SFSCARAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: isakova.s.p@yandex.ru

Финансовая поддержка

Исследования проведены в рамках темы НИР 0778-2019-0013 «Разработать программно-технологическое обеспечение сопровождения машинных технологий и энергонасыщенной техники».

Дата поступления статьи 20.12.2019
Received by the editors 20.12.2019