



Применение спектрофотометрических методов для идентификации красителей

А. В. Апрелев, В. А. Смирнов, Е. В. Давыдова
Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений (ФГУП «ВНИИФТРИ»), г. п. Менделеево, Солнечногорский район, Моск. обл., Россия

В настоящее время актуальной проблемой является идентификация вина, алкогольсодержащих напитков, соков и сокосодержащих напитков на наличие синтетических красителей простыми и доступными в исполнении средствами. В статье содержится краткое описание проведенных исследований, концепции созданного спектрофотометрического прибора и базы данных численных значений оптической плотности синтетических красителей, применяемых при производстве вина, соков и сокосодержащих напитков.

Ключевые слова: спектрофотометр, синтетические красители, пищевые красители, алкогольные напитки, соки и сокосодержащие напитки

Статья получена: 08.04.2022

Статья принята: 29.04.2022

На сегодняшний день практически не существует пищевых продуктов, в составе которых отсутствуют красители. Известно, что натуральные пищевые красители в большинстве случаев не только безвредны, но и способны повышать пищевую и биологическую ценность окрашиваемого продукта. Антоцианы – одни из самых распространенных в природе пигментов. Они обладают антиоксидантными свойствами, капилляроукрепляющим действием, способностью останавливать провоспалительные медиаторы, предотвращать нейродегенеративные расстройства и связанную со старением потерю костной массы, оказывают

Application of Spectrophotometric Methods for Dye Identification

A. V. Aprelev, V. A. Smirnov, E. V. Davydova
VNIIFTRI, Solnechnogorsk, Moscow region, Russia

At present, the actual problem is the identification of wine, alcohol-containing drinks, juices and juice-containing drinks in relation to the available synthetic dyes by simple and affordable methods. The article contains a brief description of the research conducted, the device and database of optical density numerical values of synthetic dyes used for the production of wine, juices and juice-containing drinks.

Key words: synthetic dyes, food colorants, alcohol-containing drinks, juices and juice-containing drinks

Received on: 08.04.2022

Accepted on: 29.04.2022

At present, there are almost no food products that do not contain any dyes. It is well-known that the natural food colorants in most cases are not only harmless, but also capable of increasing the nutritional and biological value of the product being dyed. Anthocyanins are one of the most widespread pigments in nature. They have antioxidant properties, capillary-strengthening properties, the ability to stop pro-inflammatory mediators, prevent neurodegenerative diseases and age-related bone loss. Moreover, they have a favourable effect on the human cardiovascular system condition [1]. The natural dyes are obtained using the roots or stems, bark or leaves, flowers or fruits of the plants, insects. In this case, the dye quality depends on the plant collection time. The brighter and more intense shades can be achieved when colored with the fresh plants than when colored with the dried plants.

The high price of natural dyes, special storage requirements, and low produce-ability prompted a search to replace them with the cheaper and more stable substances. In the 19th century, the first synthetic dyes were produced, including the food colorants. The main application field of food synthetic colorants is to improve the appearance of food products. Since the synthetic



благоприятное влияние на состояние сердечно-сосудистой системы человека [1]. Натуральные красители получают из корней или стеблей, коры или листьев, цветов или плодов растений, насекомых. Качество красителя при этом зависит от времени сбора растений. При окраске свежими растениями получают более яркие и интенсивные оттенки, чем при окраске высушенными растениями.

Высокая цена натуральных красителей, особые требования к хранению и низкая технологичность их производства послужили толчком к поиску замены их на более дешевые и стабильные вещества. В XIX веке были созданы первые синтетические красители, в том числе и пищевые. Основное применение пищевых синтетических красителей – это улучшения внешнего вида пищевых продуктов. Поскольку синтетические красители в отличие от натуральных не обладают полезными свойствами, и в лучшем случае безвредны, то во многих странах их применение запрещено или ограничено. Однако в целях погони за прибылью производители продолжают их использовать. В настоящее время существуют проблемы использования искусственных красителей, связанных с отсутствием единой нормативной этики использования красителей в мире. Это вызывает проблемы для импортеров и экспортеров продуктов питания, поскольку конкретный пищевой краситель может быть законным в одной стране и незаконным в другой. Также возможна замена пищевых красителей на непищевые.

Известны способы определения синтетических красителей в напитках: ВЖЭХ, масс-спектрометрия и другие дорогостоящие методы анализа. Кроме дороговизны существенным недостатком многих из этих способов является сложность проведения анализа из-за необходимости предварительного анализа всех возможных синтетических красителей, а также длительности проведения анализа.

Недостаточность методов контроля пищевых продуктов не позволяет своевременно фиксировать отклонение от нормы и выявлять некачественную продукцию. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года и современные тенденции рынка требуют установления дополнительных критериев качества продуктов, в том числе их идентификационных признаков, чему должна предшествовать серьезная научная работа. Лишь после этого возможна разработка методов и методик измерений с участием специалистов из разных областей.

Поэтому необходимы экспрессные методы определения содержания красителей. Однако они

dyes do not have any useful properties and at its best are harmless unlike the natural ones, their use is prohibited or limited in many countries. However, to ensure profits, the manufacturers continue to use such dyes. This causes problems for the food importers and exporters, since a particular food colorant may be legal in one country and illegal in another. It is also possible to replace the food colorants with non-food ones. There are several well-known methods for determination of synthetic dyes in the beverages. A significant disadvantage of these methods is complexity and high cost of the analysis due to the need for a preliminary analysis of all possible synthetic dyes. The disadvantages of all other available methods include high cost of the equipment required for the analysis, as well as the analysis duration.

At present, there are issues with the use of synthetic dyes related to the lack of a unified regulatory ethics for the use of dyes in the world. This causes problems for the food importers and exporters, since a particular food colorant may be legal in one country and illegal in another. It is also possible to replace the food colorants with non-food ones. There are several well-known methods for determination of synthetic dyes in the beverages. A significant disadvantage of these methods is complexity and high cost of the analysis due to the need for a preliminary analysis of all possible synthetic dyes. The disadvantages of all other available methods include high cost of the equipment required for the analysis, as well as the analysis duration. Currently, the identification of wine and fruit juices entering the consumer market is also a pressing challenge. The insufficiency of food control methods does not allow timely registration of deviations from the standard and identification of the low-quality products. The quality improvement strategy for the food products in the Russian Federation until 2030 and current market trends require the establishment of additional food quality criteria, including their identification attributes that should be preceded by serious scientific work. Only after implementation of such activities, it will be possible to develop the measurement methods and techniques with the participation of specialists from various fields.

Due to this fact, the express methods for determining the dye content are required. However, it is not always possible due to the difficult extraction from the complex matrices.

Based on the results of scientific research devoted to the quality assessment of the colored low-alcohol and non-alcohol-containing drinks sold in the retail chains, the employees of the Federal State Unitary Enterprise “All-Russian Scientific Research Institute for Physical-Engineering and Radiotechnical Metrology” have developed an identification method for synthetic dyes by their



не всегда выполнимы из-за трудности извлечения красителей из сложных матриц.

Сотрудники ФГУП «ВНИИФТРИ» по результатам проводимых научных исследований, посвященных оценке качества окрашенных слабоалкогольных и безалкогольных напитков, реализуемых в розничной сети, разработали метод идентификации синтетических красителей по их стабильности при изменении величины водородного показателя pH. Метод заключается в спектрофотометрировании испытуемого образца и последующем сравнительном анализе полученных характеристических кривых и натурального образца цианидина-3-О-глюкозида, а также других синтетических красителей. Это повышает точность анализа с учетом конкретных условий проведения испытания. Мотивацией для разработки метода явилась актуальная проблема идентификации вина и плодовых соков, поступающих на потребительский рынок. Многими исследованиями установлено, что главным источником поступления свободных радикалов и антиоксидантов в организм человека, благодаря высокому содержанию фенольных соединений, являются алкогольные напитки (вина), чай, кофе, соки, овощи и фрукты. Недостаточность методов контроля пищевых продуктов не позволяет своевременно фиксировать отклонение от нормы и выявления некачественной продукции [1].

При производстве алкогольных напитков, соков и сокодержавших напитков часто применяют синтетические красители. Самой главной качественной характеристикой алкогольных напитков и соков, оцениваемой потребителями, являются их органолептические показатели: вкус, цвет и аромат. Причем цвет – это самый первый качественный показатель, на который потребитель обращает свое внимание при выборе товара. Часто по цвету продукта мы можем создать представление о его качестве и даже о его аромате. Однако во многих случаях в процессе производства и хранения продукты теряют свой естественный и привлекательный цвет, а иногда они изначально им не обладают. Химические привкусы маскируются сладостью вина. Поэтому поддельными часто оказываются вина полусладкие, сладкие, десертные, а также крепленые. В качестве пищевых красителей применяют как природные, так и искусственные вещества, разрешенные для применения в пищевой продукции.

Первоначально для окрашивания и придания привлекательного вида использовали только натуральные красители. С ростом объемов производства продуктов питания возникла необходимость в большом количестве красящих компонентов.

stability when changing the pH value. The method provides for spectrophotometry of the test sample and a comparative analysis of the typical curves obtained during spectrophotometry of a natural sample of cyanidin-3-O-glucoside, as well as the synthetic dyes that increases the analysis accuracy with due regard to the specific test conditions. The grounds for the method development included the pressing challenge of identifying wine and fruit juices entering the consumer market. Many studies have found that the main source of free radicals and antioxidants in the human body, due to the high content of phenolic compounds, is alcohol-containing drinks (wine), tea, coffee, juices, vegetables and fruits. The insufficiency of food control methods does not allow timely registration of deviations from the standard and identification of the low-quality products [1].

The synthetic dyes are often used for the production of alcohol-containing drinks, juices and juice-containing drinks. The most important quality specification of alcohol-containing drinks and juices assessed by the consumers, is their organoleptic parameters, such as taste, color and aroma. Moreover, color is the very first quality indicator that the consumer pays attention to when selecting a product. We often use the product color to get an idea about its quality and even its aroma. However, in many cases, the products lose their natural and attractive color during the production and storage stages, and sometimes they do not initially have such color. The chemical flavors are hidden by the wine sweetness. Therefore, the semi-sweet, sweet, dessert, and potent wines often turn out to be counterfeit. Both natural and artificial substances approved for use in the food products are applied as the food colorants.

Initially, only natural dyes were used to color and give an attractive look. With the expansion of food production, a need occurred for a large number of coloring components.

Synthetic or artificial food colorants are the unnatural organic compounds. Almost all of them have been used in the global food industry for decades. The list of synthetic dyes is very long, and their use often causes concerns. According to the research studies, the use of some food colorants can have a harmful effect on the child behavior and attention. It would be better to make a warning about this on the label of the food product where this colorant is used. For example, such dyes include the synthetic dye Ponceau 4R E124. It is possible that the manufacturers are not even aware of this fact, since in the Russian market Ponceau 4R is often described by the “natural” names such as “carmine”, “carminic”, “cochineal red”.

From a chemical point of view, such colorants can be classified into the azo dyes, diarylmethane, quinolinic,



Синтетические или искусственные пищевые красители – это органические соединения, не встречающиеся в природе. Почти все они используются в мировой пищевой промышленности уже десятки лет. Перечень синтетических красителей огромен, и именно их использование часто вызывают тревогу. Согласно научным исследованиям, применение некоторых пищевых красителей может оказывать вредное влияние на поведение и внимание ребенка. И было бы правильным вносить на этикетке пищевого продукта передостерегающую надпись о том, где применен такой краситель. К подобным красителям относится, например синтетический краситель понсо 4R E124 [2]. Возможно, производители даже не подозревают об его вредном воздействии, потому что на российском рынке понсо 4R часто скрывается под «натуральными» названиями типа «кармин», «карминовый», «кошениловый красный».

С химической точки зрения такие красители можно классифицировать на азокрасители, иридилметановые, хинолиновые и индигоидные [3]. Обычно используются растворимые красители в форме натриевых солей. Если необходим нерастворимый краситель, то используют алюминиевые производные данных красителей [4].

Окрашенные натуральные плоды отличаются наличием антоцианов – соединений, обуславливающих их окраску и обладающих высокой антиоксидантной активностью. Так как антоцианы окрашивают ягоды и листья растений в самые различные оттенки, то это их свойство было использовано для получения натуральных красителей пищевых продуктов. Используются антоцианы (E163), которые получают из кожицы винограда, черники, голубики, красной капусты, гибискуса и черной моркови [1, 5]. Антоцианы – окрашенные растительные гликозиды, содержащие в качестве агликона антоцианиды – замещенные 2-фенилхромены, относящиеся к флаваноидам. Антоцианы имеют несколько форм изомеров. Экспериментальное исследование проводилось при величине pH от 3 до 4 в образцах натуральных вин и фальсификатов вина, созданных намеренно в лабораторных условиях, которая соответствует величине pH натурального красного вина [6]. Общая формула антоцианидинов представлена на рис. 1. В зависимости от того какие функциональные группы находятся в активных центрах молекулы антоцианидины имеют различные свойства и химическое строение.

Окраска антоцианов и антоцианидинов обуславливается их чувствительностью к pH: в кислой среде (pH<3) антоцианы (и антоцианидины) суще-

and indigoid dyes [4]. The soluble dyes in the form of sodium salts are commonly used. If an insoluble dye is required, then the aluminum derivatives of these dyes are applied [5].

The colored natural fruits are notable for the presence of anthocyanins that are the compounds that determine their color and have high antioxidant activity. Since the anthocyanins stain the berries and plant leaves in a variety of shades, this property has been used to obtain the natural food colorants. The anthocyanins (E163) obtained from the grape skins, blueberries, blueberries, red cabbage, hibiscus and black carrots are used [1, 6]. The anthocyanins are the colored plant glycosides containing anthocyanides as an aglycone, namely the substituted 2-phenylchromenes related to the flavanoids. The anthocyanins have several forms of isomers. An experimental study was performed at a pH value of 3–4 in the samples of natural wines and counterfeit wines made intentionally in the laboratory. This value corresponded to the pH value of natural red wine [3]. The general formula of anthocyanidins is shown in Fig.1. Depending on which functional groups are in the active molecule centers, anthocyanidins have various properties and chemical structure.

The color of anthocyanins and anthocyanidins is determined by their sensitivity to pH value: in an acidic environment (pH<3), anthocyanins (and anthocyanidins) are available as red pyrylium salts. When the pH value is increased to 4–5, the hydroxide ion is added to form a colorless pseudobase; in the case of further increase in pH to 6–7, water is eliminated with generation of the blue quinoid form that, in turn, releases a proton to form purple phenolate at pH value of 7–8. Finally, at a pH value of over 8, the quinoid phenolate is hydrolyzed with chromene cycle disruption and generation of the relevant yellow chalcone.

The studies conducted in recent years in our country and abroad allow to conclude that the anthocyanin profile can be considered as the “fingerprints” of fruits colored with pigments. According to such studies, the main anthocyanin of the coloring fruits is cyanidin-3-O-glucoside.

The employees of the Federal State Unitary Enterprise “All-Russian Scientific Research Institute for Physical-Engineering and Radiotechnical Metrology” have developed the method to detect the synthetic dyes in red wines using the optical density value. Advantages of the proposed method are as follows:

- express analysis that allows to detect a synthetic dye in the beverage in one minute;
- high profitability and, accordingly, a small contribution of measurements to the cost of the controlled product (economic feasibility);

ствуют в виде пирилиевых солей красного цвета; при повышении pH до 4-5 происходит присоединение гидроксид-иона с образованием бесцветного псевдооснования; при дальнейшем повышении pH до 6-7 происходит отщепление воды с образованием хиноидной формы синего цвета, которая, в свою очередь, при pH 7-8 отщепляет протон с образованием пурпурного фенолята, и, наконец, при pH выше 8 фенолят хиноидной формы гидролизуется с разрывом хроменого цикла и образованием соответствующего желтого халкона.

Исследования, проведенные в последние годы в нашей стране и за рубежом, позволяют сделать вывод о том, что антоциановый профиль можно считать «отпечатками пальцев» окрашенных пигментами плодов. Согласно проведенным исследованиям основным антоцианом окрашивающих плодов является цианидин-3-О-глюкозид. ФГУП «ВНИИФТРИ» разработал метод обнаружения наличия синтетических красителей в красных винах по величине оптической плотности. Преимущества предлагаемого метода:

- экспресс-анализ, который позволяет за одну минуту обнаружить синтетический краситель в напитке;
- высокая экономичность и, соответственно, небольшой вклад производимых измерений в себестоимость единицы контролируемой продукции (экономическая целесообразность);
- воспроизводимость на любой стадии производства, розлива, транспортировки и продажи напитка.

Лабораторные исследования оптической плотности различных натуральных соков проводились путем сравнения кривых оптической плотности с кривой оптической плотности и области экстремума натурального цианидина 3-О-глюкозида. Цианидин в природе находится в плодах таких растений как клубника, вишня, арония, брусника, черника, клюква, ежевика, гранат, малина, слива, черешня, виноград, черная смородина, красная смородина, жимолость. Аналитический результат достигается осуществлением спектрофотометрирования испытуемого образца и проведением сравнительного анализа характеристических кривых, полученных в ходе спектрофотометрирования, натурального образца цианидина-3-О-глюкозида, а также ряда синтетических красителей, что повышает точность анализа с учетом конкретных условий проведения испытания. Приведем графики оптической плотности полученные при спектрофотометрировании соков некоторых приведенных выше плодов (рис. 2-4).

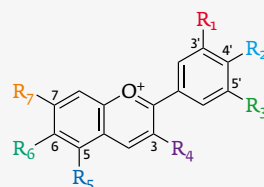


Рис. 1. Общая структурная формула антоцианидинов
Fig. 1. General structural formula of anthocyanidins

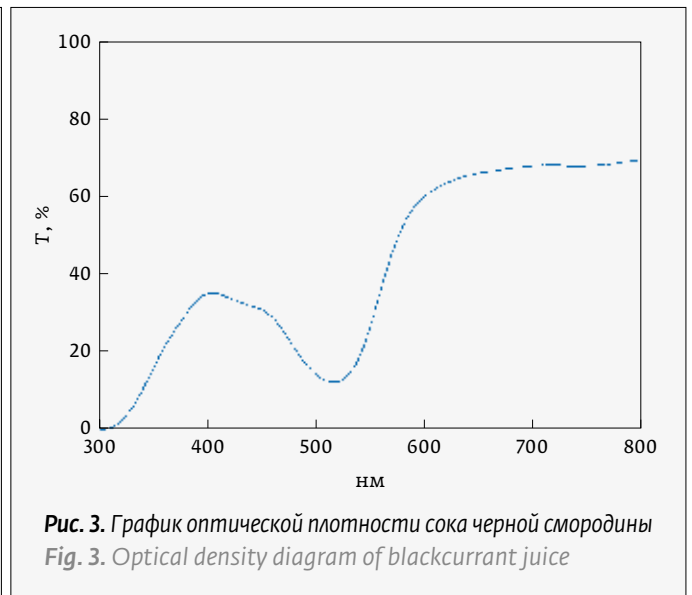
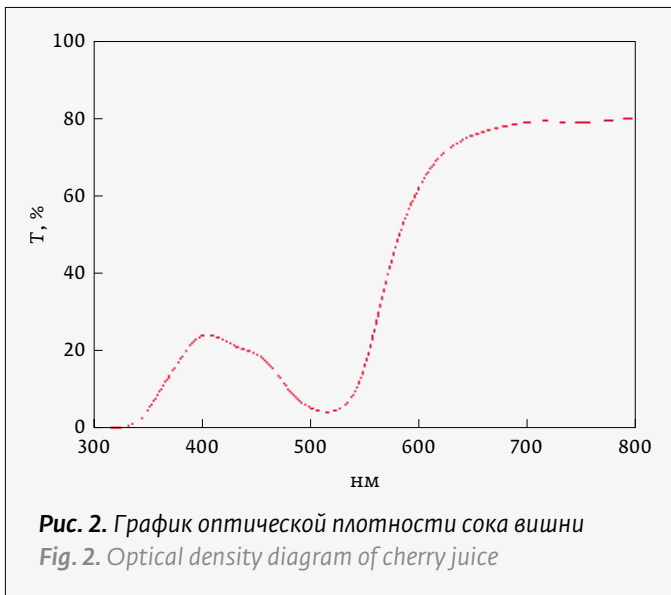
- reproducibility at any stage of production, bottling, transportation and sale of the beverage.

The laboratory studies of the optical density of various natural juices were performed by comparing the optical density curves with the optical density curve and the extremum range of natural cyanidin 3-O-glucoside. Natural cyanidin can be found in such fruits as strawberries, cherries, chokeberries, lingonberries, blueberries, cranberries, blackberries, pomegranates, raspberries, plums, black cherries, grapes, black currants, red currants, and honeysuckle. The analytical result is obtained by spectrophotometry of the test sample and a comparative analysis of the typical curves obtained during spectrophotometry of a natural sample of cyanidin-3-O-glucoside, as well as the synthetic dyes that increases the analysis accuracy with due regard to the specific test conditions. The optical density graphs obtained by spectrophotometry of juices of some of the above fruits are provided.

Our study has confirmed the assertion that the anthocyanin profile can be considered as the “fingerprints” of natural cyanidin-3-O-glucoside. Very similar curves were obtained for the juices of various berries containing this anthocyanin, with the values of extrema within the same wavelength range.

The same group of specialists from the VNIIFTRI has conducted a study of changes in the optical density extremes of natural wine at pH values of 1-10 in the samples of natural wines and counterfeit wines. They were using the methods of optical spectroscopy and measuring the shifts of the absorption band maximum (bathochromic shift – shift of the absorption band to the long-wavelength region of the spectrum; hypsochromic shift – shift of the absorption band to the short-wavelength region of the spectrum; hyperchromic and hypochromic shifts – increase and decrease in the intensity of the absorption band maximum, see Fig. 5).

With an increase in polarity of the analyzed wine sample due to the pH value increase of the natural wine solution, the long-wavelength absorption band is subject to a bathochromic shift. The resulting graphs (Fig. 6) of the optical density function of the natural wine samples at



Наше исследование подтвердило предположение о том, что антоциановый профиль можно считать «отпечатками пальцев» натурального цианидин-3-0-глюкозида. Для соков различных ягод, содержащих в своем составе этот антоциан, получены очень схожие кривые с величиной экстремумов в одном и том же диапазоне длин волн.

various pH values, propagating along the Ox axis, plotted at a fixed time point ($t = \text{const}$) have all types of absorption band shifts.

The dependency diagrams of optical density and the wavelength, as well as the absorption band shift value for all types of shifts are considered as the criteria for the wine naturality determination. Fig. 8 shows the depend-

ИНФРАКРАСНЫЕ ФОТОПРИЕМНИКИ И ИСТОЧНИКИ ИЗЛУЧЕНИЯ

Иммерсионные фотодиоды $\lambda = 3 \div 10$ мкм
Матричные фотоприемники $\lambda = 3 \div 6$ мкм
ИК детектирующие модули
Светодиоды $\lambda = 3 \div 7$ мкм
Газовые сенсоры (метан, СпНм, углекислый газ, угарный газ)
Драйверы для светодиодов
Предусилители для фотодиодов



ПРИМЕНЕНИЯ

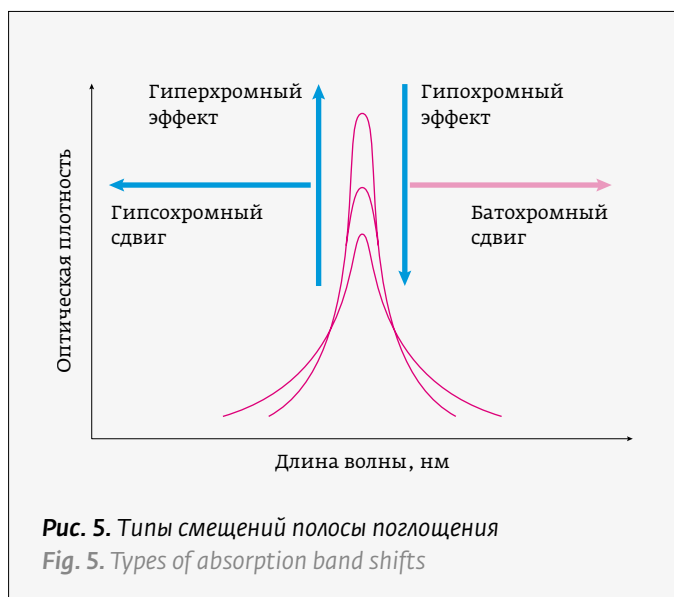
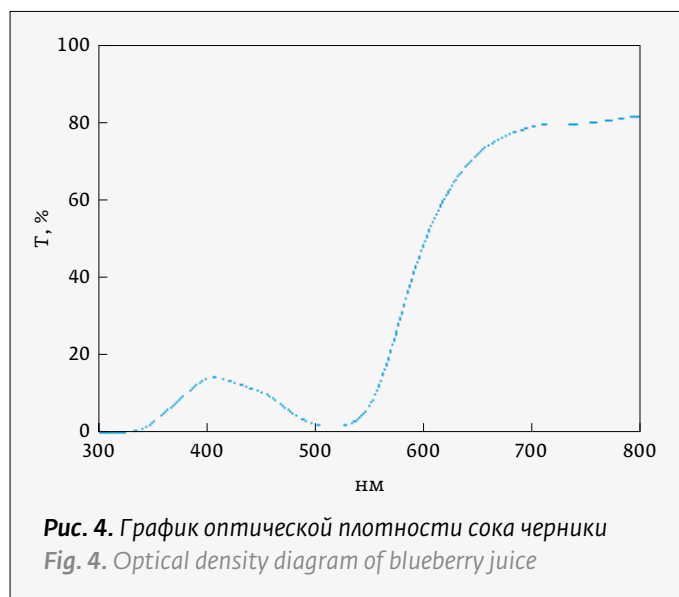
Приборы газового анализа:
Портативные газоанализаторы
Алкотестеры
Капнографы (датчики CO₂)
Теплопеленгация
Низкотемпературная пирометрия
Тестирование тепловизионных систем

ПРЕИМУЩЕСТВА

Низкое энергопотребление (светодиоды): ≤ 0.1 Вт
Фотовольтаический режим работы (фотодиоды)
Быстродействие: десятки наносекунд
Работа в непрерывном режиме (CW)
Срок службы: $> 100\,000$ ч.
Температура эксплуатации: -60 °C \div $+120$ °C

ООО «ИюфФЕЛЕД», Санкт-Петербург, e-mail: Mremennyu@mail.ioffe.ru

www.ioffeled.com



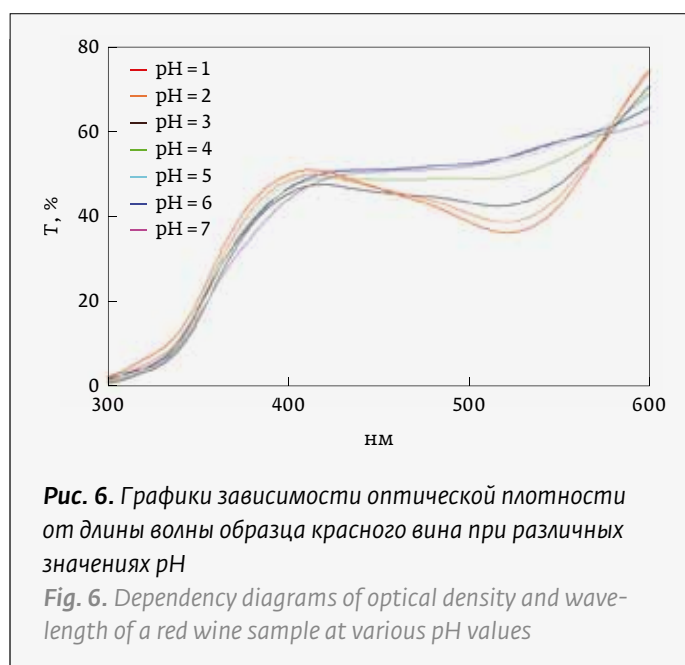
Та же группа специалистов ФГУП «ВНИИФТРИ» исследовала изменения экстремумов оптической плотности натурального вина при значениях pH от 1 до 10 в образцах натуральных вин и фальсификатов вина, используя методы оптической спектроскопии и измеряя сдвиги максимума полосы поглощения (батохромный сдвиг – сдвиг полосы поглощения в длинноволновую область спектра; гипсохромный сдвиг – сдвиг полосы поглощения в коротковолновую область спектра; гиперхромный и гипохромный сдвиги – увеличение и уменьшение интенсивности максимума полосы поглощения, рис. 5).

При повышении полярности анализируемого образца вина за счет увеличения величины pH раствора натурального вина длинноволновая полоса поглощения претерпевает батохромный сдвиг. Полученные графики (рис. 6) функции величины оптической плотности образцов натурального вина при различных значениях pH, распространяющейся вдоль оси Oх, построенные в фиксированный момент времени ($t = \text{const}$), имеют все типы смещения полосы поглощения.

Графики зависимости оптической плотности от длины волны, а также величины смещения полосы поглощения по всем видам сдвигов рассматриваются как критерии определения натуральности вина. На рис. 7. представлены графики зависимости оптической плотности от длины волны натуральных вин Каберне и Изабелла и красителей E 122, E 180 и E 124. Экстремумы графиков оптической плотности красных вин с наличием синтетических красителей при значениях pH 3,0; 3,5 и 4,0 выходят за пределы контрольного диапазона.

ency diagrams of optical density and the wavelength of natural wines Cabernet and Isabella and dyes E 122, E 180 and E 124. The extrema of optical density graphs of red wines with the available synthetic dyes at pH 3.0, 3.5 and 4.0 are out of control range.

Based on the red wine counterfeiting methods, the wine samples were prepared in the laboratory by adding the natural and synthetic dyes. Thus, the green plot shows the optical density of wine with the added dye E 163. The dye E163 is included in the list of additives approved for use in the food industry in Russia, Ukraine, Europe and other countries of the world. This additive is



23-27 | 05 | 2022

Россия, Москва,
ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»



22-я международная
специализированная
выставка

МЕТАЛЛООБРАБОТКА

«Оборудование,
приборы и инструменты
для металлообрабатывающей
промышленности»



МИНПРОТОРГ
РОССИИ



www.metobr-expo.ru

12+ Реклама

ЭКСПОЦЕНТР

Исходя из знаний методов фальсификации красных вин, в лабораторных условиях были созданы образцы вина с добавлением натуральных и синтетических красителей (рис. 8). Так график зеленого цвета отображает оптическую плотность вина с добавлением красителя E 163. Краситель E163 входит в список добавок, одобренных для применения в пищевой промышленности в России, Украине, странах Европы и других странах мира. Применяют данную добавку для окраски кондитерских изделий, вина, различных соусов и безалкогольных напитков.

График оранжевого цвета соответствует образцам вина, созданного на основе синтетического красителя кармуазина (E 122). Азорубин, кармуазин – синтетический азокраситель, представляет собой мелкие гранулы или порошок красного, бордового или темно-бордового цвета, хорошо растворим в воде. Азорубин является производной каменноугольных смол, опасных для здоровья человека. Пищевая добавка E122 признана канцерогенным веществом, представляет опасность для организма. График голубого цвета соответствует образцу вина с добавлением E 122. Синим цветом изображен график натурального вина без каких-либо добавок и красителей. Розовый график относится к образцу натурального вина с добавлением черноплодной рябины.

Таким образом установлено, что натуральные красные вина, соответствующие по показателям качества нормативным документам на вино и, в частности по показателю величины pH, имеют характерные спектры и экстремум. Все значения экстремума оптической плотности исследуемого образца, которые не входят в этот диапазон длин волн (по батохромному и гипсохромному сдвигу), показывают наличие синтетического красителя в исследуемом образце вина.

Создана база данных (БД) численных значений оптической плотности синтетических красителей, применяемых в пищевой промышленности при производстве вина, соков, сокосодержащих напитков и кондитерских изделиях (свидетельство о государственной регистрации БД № 2019621842). БД представляет собой совокупность спектрограмм оптической плотности и экстремумов синтетических красителей, имеющих индекс в европейской кодификации пищевых добавок (E). Совокупность спектрограмм также представлена в виде таблицы численных значений спектрограмм оптических плотностей синтетических красителей (с шагом значений 1 нм). Формат представления данных обеспечивает удобную навигацию и способствует оптимизации работы с БД.

used for coloring the confectionery, wine, various sauces and soft drinks.

The orange plot indicates a wine sample based on the synthetic dye carmoisine (E 122). Azorubine, carmoisine is the synthetic azo dye represented by the small water-soluble red, burgundy or maroon granules or powder. Azorubine is a derivative of coal tar that causes hazard to human health. The food additive E122 is recognized as a carcinogen and poses a danger to the body. The light-blue plot corresponds to the wine sample with the addition of E 122. The blue plot demonstrates the natural wine without any additives and dyes. The pink plot is used for a sample of natural wine with the addition of chokeberry.

Thus, it has been established that the natural red wines that are in accordance with the regulatory documents for wine in terms of quality and, in particular, in terms of pH value, have specific spectra and an extremum. All values of the optical density extremum of the test sample that are not within this wavelength range (according to the bathochromic and hypsochromic shifts), confirm the available synthetic dye in the tested wine sample.

A database of the optical density numerical values for synthetic dyes used in the food industry for the production of wine, juices, juice-containing drinks and confectionery has been prepared. The database is a set of optical density spectrograms and extrema of synthetic dyes having an index in the European codification of food additives (E). The set of spectrograms is also presented in the form of a numerical table of the optical density spectrograms for synthetic dyes (at a pitch of 1 nm). The data

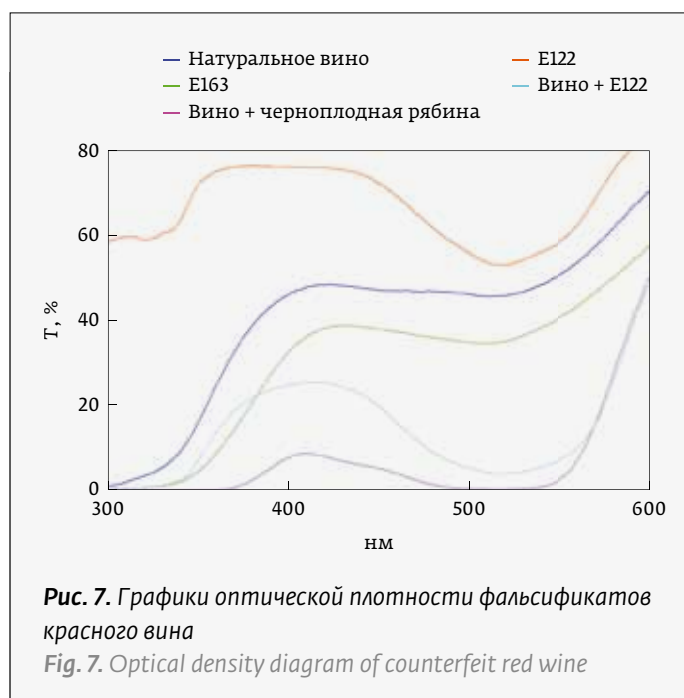


Рис. 7. Графики оптической плотности фальсификатов красного вина

Fig. 7. Optical density diagram of counterfeit red wine

**15–21 АВГУСТА
ПАТРИОТ ЭКСПО**



**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ФОРУМ**

ОРГАНИЗАТОР



МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВЫСТАВОЧНЫЙ
ОПЕРАТОР



МКВ

МЕЖДУНАРОДНЫЕ
КОНГРЕССЫ И ВЫСТАВКИ

WWW.RUSARMYEXPO.RU

Совместно с ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН» при участии д. т. н. профессора Панасюка А. Л. разработан быстрый способ оценки натуральности напитков на основе спектрофотометрии. Способ малотрудоемкий и в сравнении с ВЖЭХ, масс-спектрометрией и другими дорогостоящими методами анализа экономически выгодный (RU Patent № 2709021).

На основании проведенных исследований создан фотоспектрометрический анализатор синтетических красителей «ФАСК». Анализатор имеет небольшие размеры и способен идентифицировать наличие синтетических компонентов в напитках за несколько секунд. Прибор очень прост в применении и позволяет проводить экспресс-анализ напитков на наличие синтетических красителей. Простейшая оптическая схема состоит из светодиодов, излучающих на длинах волн 385, 430 и 530 нм. Они попеременно включаются, просвечивая кювету с образцом. Цифровой индикатор освещенности передает получаемые значения в микроконтроллер. Микроконтроллер выводит на экран результат измерений, согласно алгоритму обработки данных.

Постоянное улучшение качества продукции и возросшая строгость потребителя к безопасности продуктов повышают роль методологии контроля качества. Сотрудники ФГУП «ВНИИФТРИ», решая проблемы поддержания высокого уровня качества и безопасности продукции, заинтересованы в расширении возможностей использования методики анализа продуктов питания, в том числе и напитков.

REFERENCES

1. **Panasjuk A. L., Kuzmina E. I., Egorova O. S.** Production and use of natural anthocyanin food dyes (review). *Food Industry*. 2021; 10:13–19. DOI: 10.52653/PPI.2021.10.10.017. Панасюк А. Л., Кузьмина Е. И., Егорова О. С. Производство и применение натуральных антоциановых пищевых красителей (обзор). *Пищевая промышленность*. 2021; 10:13–19. DOI: 10.52653/PPI.2021.10.10.017.
2. **Castillo-Munozet. N. et al.** Red color related phenolic composition of Gamacha Tintorera. *J. Agr and Food Chem*. 2009;57 (17):7883–7891. DOI: 10.1021/jf9002736.
3. **Egorova O. S., Rosina L. I., Akbulatova D. R., Shilkin A. A., Sviridov D. A., Aprelev A. V., Davydova E. V.** Analysis of anthocyanin complex dyes obtained from secondary resources of fruit winemaking. *Food Industry*. 2021; 4: 38–41 DOI: 10.52653/PIN.2021.4.4.010. Егорова О. С., Розина Л. И., Акбулатова Д. Р., Шилкин А. А., Свиридов Д. А., Апрелев А. В., Давыдова Е. В. Анализ антоцианового комплекса красителей, полученных из вторичных ресурсов плодового виноделия. *Пиво и напитки*. 2021; 4: 38–41. DOI: 10.52653/PIN.2021.4.4.010.
4. GOST P 52481-2010. *Food dyes terms and definitions*. – М: Standartinform. 2011. 12 p. ГОСТ Р 52481-2010. *Красители пищевые термины и определения*. – М: Стандартинформ. 2011. 12 с.
5. **Sarafanova L. A.** *Food additives*. Encyclopedia. – S-Pb: GIORD. 2004. 808 p. ISBN 5-901065-79-4. Сарафанова Л. А. *Пищевые добавки*. Энциклопедия. – С-Пб: ГИОРД. 2004. 808 с. ISBN 5-901065-79-4.
6. **Oplatowska-Stachowiak M., Elliott C. T.** *Food Colours: Existig and Emerging Food Safety Concerns*. *Critical reviews in food science and nutrition*. PubMed. 2015; 57(3):1–93. DOI:10.1080/10408398.2014.889652.

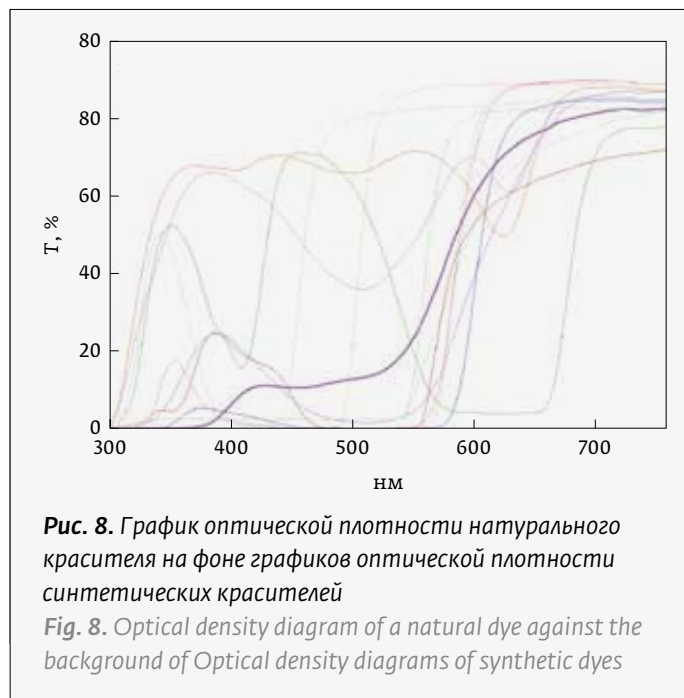


Рис. 8. График оптической плотности натурального красителя на фоне графиков оптической плотности синтетических красителей

Fig. 8. Optical density diagram of a natural dye against the background of Optical density diagrams of synthetic dyes

format provides for the convenient navigation and helps to optimize the database operation process.

The fast, low-demanding and cost-effective method to assess the beverage naturality based on spectrophotometry in comparison with HPLC, mass spectrometry and other expensive analytical methods has been developed together with the Federal State Budgetary Research Institution “Gorbatov Federal Scientific Center for Food Systems” with participation of Panasyuk A. L., a doctor of engineering sciences, professor.

On the basis of researches performed, a FASK photo-spectrometric analyzer of synthetic dyes has been produced. The analyzer has small dimensions. However, it is able to identify the availability of synthetic components in the beverages in a few seconds. The device is very easy to use and allows express analysis of the beverages for the synthetic dyes. There is a simplest optical circuit, consisting of 385, 430, and 530 nm LEDs, that alternately turns on while transilluminating the sample cuvette. The digital light indicator transmits the obtained values to the microcontroller. The microcontroller displays the measurement result on the screen according to the data processing algorithm.

The continuous product quality improvement and enhanced consumer demands for the product safety lead to an increase in the role of quality control methodology. While solving the problems of maintaining a high level of product quality and safety, the employees of the VNIIFTRI are interested in harmonizing and expanding the capabilities of analyzing the food products, including the beverages.



WELCOME TO INTERNATIONAL SYMPOSIUM

FLAMN - 22

FUNDAMENTALS
OF LASER-ASSISTED
MICRO- AND NANOTECHNOLOGIES

27-30 June
SAINT-PETERSBURG, RUSSIA
online | offline

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СИМПОЗИУМА

- Лазерные микро- и нанотехнологии
- Взаимодействие лазерного излучения с веществом

СЕКЦИИ

- Секция «Лазерная функционализация поверхности и лежащие в основе процессы»
- Секция «Физические основы лазерных технологий для нанопластики и наноразмерных систем»
- Секция «Взаимодействие сверхкоротких лазерных импульсов с веществом: физика и основанные на ней технологии»
- Секция «Промышленные применения лазеров»

СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

- Научная школа для молодых исследователей, инженеров и студентов «Лазерные/оптические системы и технологии»
- 3-я международная научная школа «Биомедицинские лазерные технологии»
- 2-я международная научная школа «Лазерно-оптические методы в Art & Science»

ПОЧЕТНЫЕ ПРЕДСЕДАТЕЛИ

Владимир Васильев
Университет ИТМО, Санкт-Петербург

Иван Щербаков
ИОФ РАН, Москва

ПРЕДСЕДАТЕЛИ СИМПОЗИУМА

Вадим Вейко
Университет ИТМО, Санкт-Петербург

Виталий Конов
ИОФ РАН, Москва

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ

Галина Одинцова
Университет ИТМО, Санкт-Петербург

ПРИ ФИНАНСОВОЙ ПОДДЕРЖКЕ
РОССИЙСКОГО
НАУЧНОГО ФОНДА
СОГЛАШЕНИЕ
№ 20-62-46045 ОТ 28.05.2020
И
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
СОГЛАШЕНИЕ № 075-15-2021-593 ОТ 01.06.2021



RSF





ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНОЙ ФИЗИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ
при поддержке Института физики им. Л.В. Киренского ФИЦ КНЦ СО РАН

Всероссийская научная конференция с международным участием

«ЕНИСЕЙСКАЯ ФОТОНИКА – 2022»

В СЕНТЯБРЕ

НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТЫ КОНФЕРЕНЦИИ (секции):

Традиционно в программу конференции включаются лекции ведущих учёных, устные и стендовые доклады научных работников, аспирантов и студентов в области фотоники. На пленарных и секционных заседаниях рассматриваются результаты теоретических и экспериментальных исследований по следующим направлениям:

- Новые оптические материалы;
- Когерентная оптика и нелинейная фотоника;
- Фотонные кристаллы, метаматериалы и топологические фазы;
- Биопотоника.

В рамках Всероссийской научной конференции с международным участием

«ЕНИСЕЙСКАЯ ФОТОНИКА — 2022» будет проходить Школьная секция.

Для участия в школьной секции необходимо зарегистрироваться на сайте

www.dovuz.sfu-kras.ru/abiturientu-sfu/konkursy-i-konferentsii/eniseyskaya-fotonika-2022/
школьной секции **до 31 мая 2022 года включительно.**

г. Красноярск, ул. им. акад. Л.В. Киренского,
д. 28, оф. Б-425, Конференция ЕФ-2022

Телефон: +7 (391) 249-74-22
E-mail: yenisey-photonic@sfu-kras.ru



Металлообработка . Сварка – Урал

14–17 марта 2023
Екатеринбург

международная выставка технологий,
оборудования, материалов для машиностроения,
металлообрабатывающей промышленности
и сварочного производства

крупнейший
специализированный
региональный проект в России



(342) 264-64-27
egorova@expoperm.ru
www.metal-ekb.expoperm.ru



Saint-Petersburg OPEN 2022

24-27 мая, 2022

2100+

УЧАСТНИКОВ
И ПРЕДСТАВЛЕННЫХ РАБОТ

190+

ИНОСТРАННЫХ
УЧАСТНИКОВ

1400+

ОПУБЛИКОВАННЫЙ
СТАТЕЙ

Школа-конференция с международным участием по оптоэлектронике, фотонике и нанобиоструктурам Saint-Petersburg OPEN проводится с 2014 года. Она продолжает традицию ежегодных научных семинаров для молодежи по актуальным проблемам физики и техники, которые проходили в 2009-2013 годах по инициативе лауреата Нобелевской премии по физике академика Жореса Ивановича Алфёрова. С 2021 года организатором конференции является НИУ ВШЭ — Санкт-Петербург совместно с СПбАУ РАН им. Ж.И. Алфёрова при поддержке НЦМУ «Передовые цифровые технологии».

Цель школы-конференции — познакомить молодых исследователей, аспирантов и студентов с актуальными задачами и достижениями в области физики и технологии наноструктур, приборов на их основе, а также в родственных областях. Предоставить участникам возможность приобрести опыт публичных выступлений, подачи научных работ для публикации, познакомить научное сообщество со своими результатами и обменяться идеями, стимулировать развитие научного сотрудничества.

СЕКЦИИ

- Синтез и структурные свойства полупроводниковых материалов и наноструктур
- Лазеры, солнечные элементы, другие оптоэлектронные приборы
- Нанофотоника, спектроскопия, микрорезонаторы, оптические свойства, плазмоника
- Биофизика, нанобиотехнологии, биофотоника
- Электрические, магнитные и СВЧ характеристики и устройства
- Другие аспекты нанотехнологий

Все принятые тезисы будут опубликованы в сборнике конференции. Лучшие работы по результатам постерной сессии будут отмечены почетными грамотами и призами. По желанию авторов расширенные тезисы принятых работ могут быть опубликованы в специальных выпусках журнала IOP Journal of Physics: Conference Series, индексируемого в Web of Science и Scopus.

КОНТАКТЫ:

Барышникова Анастасия Александровна
Тел: 8-921-309-51-17
Почта: spbopen@hse.ru

Место проведения конференции:

Кантемировская ул., д. 3, корп. 1, лит. А



ТЕХНОСФЕРА
РЕКЛАМНО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР

**100% ГАРАНТИЯ
ПОЛУЧЕНИЯ ВСЕХ НОМЕРОВ**



Стоимость 2200 р. за номер
Периодичность: 10 номеров в год
www.electronics.ru



Стоимость 1450 р. за номер
Периодичность: 8 номеров в год
www.photonics.ru



Стоимость 1450 р. за номер
Периодичность: 6 номеров в год
www.j-analytics.ru

ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛЫ

www.technosphere.ru



Стоимость 1300 р. за номер
Периодичность: 8 номеров в год
www.lastmile.ru



Стоимость 1300 р. за номер
Периодичность: 8 номеров в год
www.nanoindustry.ru



Стоимость 1800 р. за номер
Периодичность: 4 номера в год
www.stankoinstrument.ru