



## Пищевые масла и жиры

- FT-NIR анализаторы для лабораторного и промышленного контроля качества

# Решение Bruker Optics для масложировой промышленности



Спектроскопия ближнего инфракрасного диапазона (FT-NIR) уже несколько десятилетий успешно применяется в сельском хозяйстве, и на сегодняшний день является важным компонентом в цикле контроля качества пищевого производства. Современные многофункциональные FT-NIR анализаторы позволяют исследовать как жидкие, так и твердые образцы. Это идеальные инструменты для быстрого неразрушающего контроля сырья – масличных семян и продуктов их переработки - готового масла, жмыхов, шротов, в течение всего производственного цикла.

# ● FT-NIR анализаторы для масложировой промышленности

## Преимущества FT-NIR спектроскопии

FT-NIR спектроскопия имеет много преимуществ перед хроматографией и классическими методами «мокрой» химии. Для работы не требуются опасные реагенты, поэтому метод является безопасным и экономичным. В процессе анализа измеряется поглощение ИК-излучения образцом. ИК-спектр характеризуется набором обертонов и основных частот, соответствующих группам C-H, N-H и O-H, благодаря чему ИК-спектроскопия выступает в качестве основного метода анализа органических материалов, таких как масличное семя и пищевые масла.

Основные преимущества FT-NIR спектроскопии:

- отсутствие пробоподготовки и отходов;
- нет необходимости в специальных навыках;
- отсутствие типичных ошибок, допускаемых при выполнении классического анализа;
- многокомпонентный анализ менее чем за 1 минуту;
- анализ жидких и твердых образцов.

Высокая производительность метода позволяет постоянно контролировать качество в течение всего производственного цикла: начиная с сырья и заканчивая готовой продукцией.

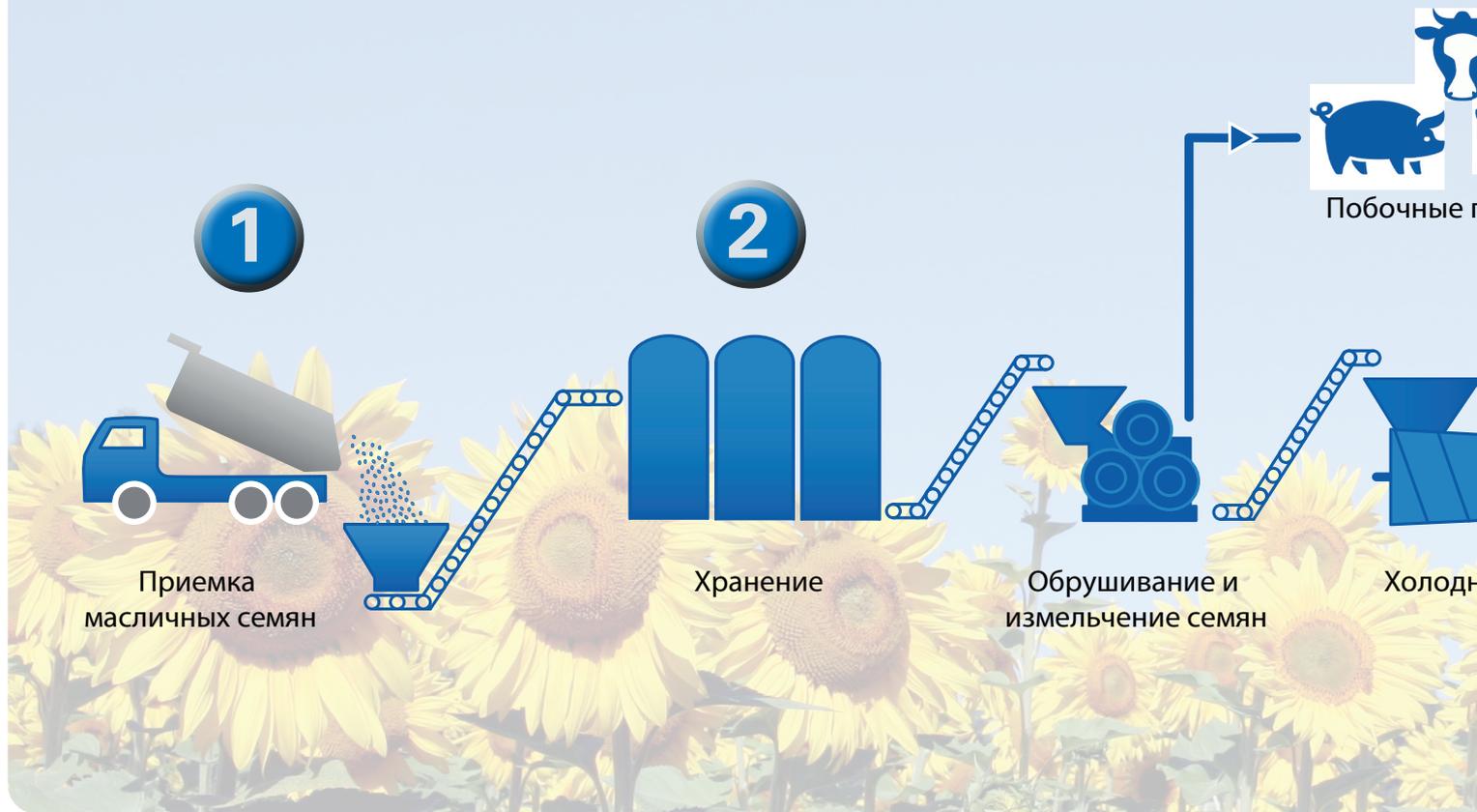
## Современное оборудование

FT-NIR анализаторы Bruker, предназначенные для лабораторного и промышленного контроля качества и выпускаемые в защищенном исполнении, просты и надежны в работе. Все анализаторы выполнены на базе одной оптической платформы, что позволяет выбрать подходящий для конкретной задачи на данный момент, и при этом быть уверенным в целостности данных и возможности их переноса на другие анализаторы в будущем. Bruker Optics предлагает широкий выбор спектрометров: от компактных анализаторов с сенсорным управлением до полностью автоматизированных анализаторов для замкнутых систем управления.

## Bruker – ваш партнер в области лабораторного и промышленного анализа

В течение более 50 лет компания Bruker развивала лучшие технологии для решения каждой аналитической задачи. Bruker Optics – мировой лидер в производстве FT-NIR систем и анализаторов для промышленности, включая агропромышленный комплекс и пищевую промышленность. Наши анализаторы сочетают в себе уникальные возможности применения и простоту эксплуатации с самыми современными технологиями. Оптические модули, управляемые программным обеспечением; разнообразные приставки; дружелюбный пользовательский интерфейс, - все это гарантирует отличные результаты с первого дня работы.





## Оборудование Bruker для всего производственного цикла

- FT-NIR анализаторы для производственного и лабораторного контроля

**Шаг 1 Приемка масличных семян**

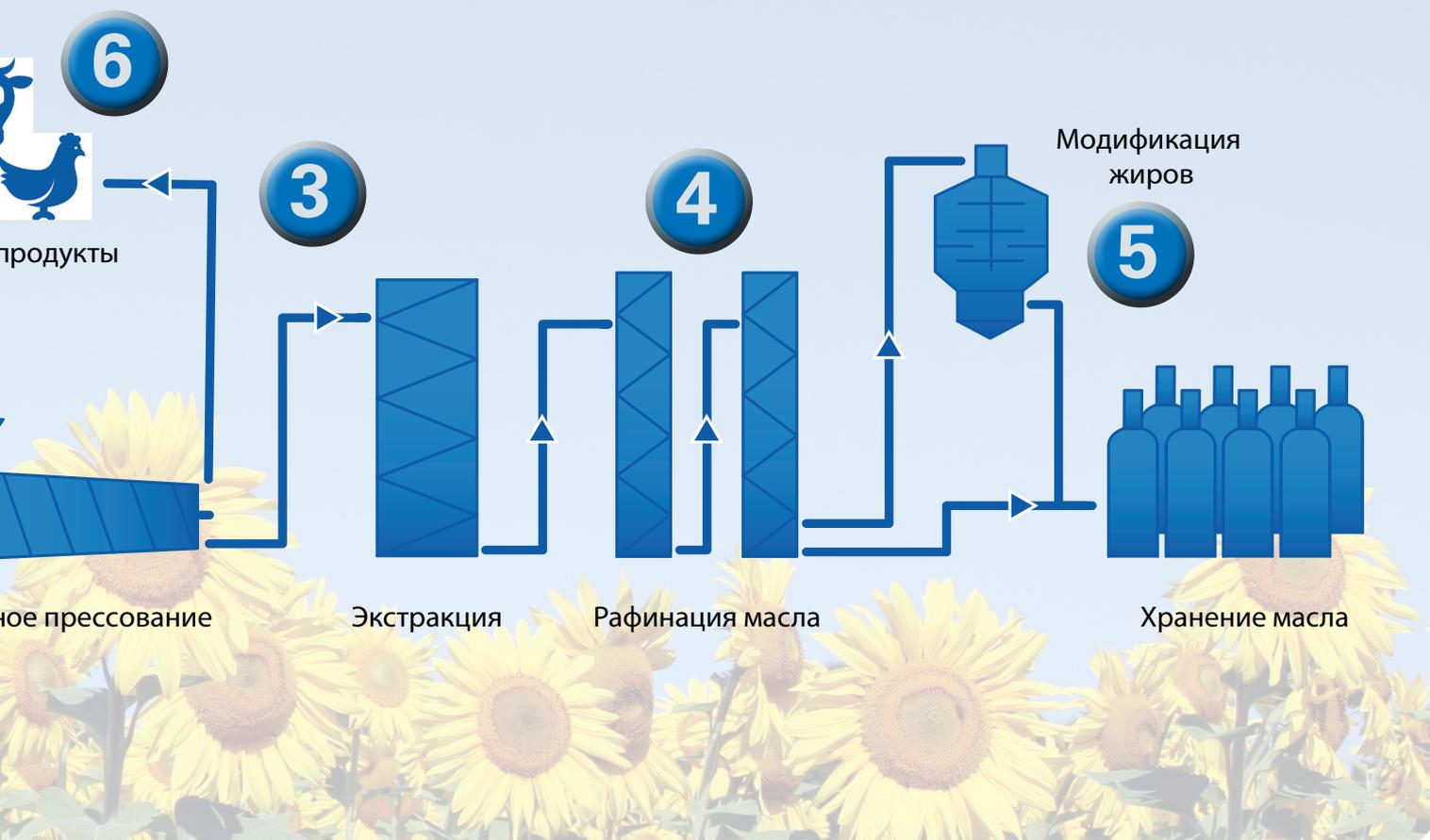
Анализ поставляемого масличных семян непосредственно при получении - важное звено контроля качества. Качество сырья определяет способы его хранения и переработки. Многие компании до сих пор отправляют сырье на анализ в сторонние лаборатории. Ожидание результатов может занять несколько дней, в течение которых сырье не может поступить в производство. FT-NIR спектроскопия – это быстрый и надежный метод анализа, позволяющий осуществлять контроль качества сырья непосредственно при его приемке.

**Шаг 2 Хранение**

Масличные семена должны храниться при определенной влажности во избежание его заражения бактериями или плесенью. В противном случае полученное масло будет непригодно для употребления. Анализ содержания влаги в масличном семени с помощью FT-NIR спектроскопии позволяет контролировать не только условия хранения, но и процесс сушки, который используется при производстве масла.

**Шаг 3 Извлечение масла**

Очистка, сушка, отделение оболочки и измельчение семян – основные подготовительные процессы. Извлечение масла производится механическим путем или с использованием растворителей. Предварительно, в зависимости от типа сырья, семена или фрукты подвергаются холодному прессованию или тепловой обработке. Анализ содержания влаги и масла в сырье и жмыхе с помощью FT-NIR спектроскопии позволяет быстро и надежно оценить эффективность процесса. Для подбора оптимальных условий рафинации определяют содержание свободных жирных кислот, фосфолипидов и восков в нерафинированном масле.



**Шаг 4 Рафинация масла**

В процессе рафинации масло очищается от таких примесей, как свободные жирные кислоты и окрашивающие вещества. Помимо нежелательных примесей при рафинации удаляются ценные пищевые вещества, такие как антиоксиданты и витамины. Поэтому для производства высококачественных масел необходим тщательный контроль процесса рафинации и качества готового продукта. Компания Bruker предлагает спектрометры не только для лаборатории, но и для промышленного контроля непосредственно на производственной линии, которые позволяют быстрее получать результаты анализа и более рационально организовывать процесс.

**Шаг 5 Модификация жиров**

Не все масла и жиры обладают свойствами, подходящими для использования в пищевой промышленности. Поэтому зачастую их подвергают различной обработке: фракционированию, переэтерификации и гидрогенизации. С помощью FT-NIR спектроскопии можно контролировать следующие физические и химические свойства липидов: йодное число, жирнокислотный состав, содержание свободных жирных кислот, содержание транс-изомеров жирных кислот и твердые триглицериды.

**Шаг 6 Побочные продукты**

Многие побочные продукты производства пищевых масел являются ценным сырьем для различных отраслей промышленности. Например, лузга, оставшаяся после обрушивания семян, может использоваться в качестве источника пищевых волокон в кормах для скота, а жмых ценится за высокое содержание азота. Методом FT-NIR спектроскопии можно быстро определить содержание влаги, масла, белка, клетчатки и золы в побочных продуктах.

## • Начало процесса: масличные семена

Анализ масличных семян играет важную роль при производстве продуктов питания и сельскохозяйственных кормов. FT-NIR анализаторы могут использоваться как производителями масла, так и животноводами.

### Приемка семян

Качество семян определяется не только содержанием масла и влаги. На стоимость влияет также содержание свободных жирных кислот, например олеиновой, линолевой или эруковой. Поэтому контроль качества масличных семян крайне важен для производителей масла и фермеров.

Методом FT-NIR спектроскопии можно быстро исследовать образец цельного или размолотого масличного семени без дополнительной пробоподготовки. Для этого образец просто помещается в стакан с кварцевым дном. Несколько партий груза могут быть быстро проанализированы непосредственно при приемке.

### Селекция растений

Селекционеры постоянно выбирают лучшие семена для закрепления нужных признаков. Раньше приходилось жертвовать некоторым количеством семян для проведения анализа и выявления интересующих характеристик. FT-NIR спектроскопия широко используется селекционерами благодаря тому, что это очень экономичный и быстрый метод неразрушающего анализа, позволяющий измерять множество важных характеристик. Например, для подсолнечника важным параметром выступает содержание олеиновой кислоты. В последние годы возрос интерес к выведению сортов с высоким ее содержанием. С помощью FT-NIR спектроскопии можно определить содержание олеиновой и линолевой кислот непосредственно в семенах.



Многофункциональный анализатор MPA II для исследования пищевых масел и масличных семян.



## Масличные семена

### Виды:

- подсолнечник
- рапс
- канола
- кукуруза/маис
- соевые бобы
- лен
- кунжут
- и многие другие..

### Параметры:

- Содержание влаги
- Содержание масла
- Содержание белка
- Содержание золы
- Содержание волокон
- Содержание глюкозинолатов
- Содержание свободных жирных кислот
- Жирнокислотный профиль

При анализе рапсового семени исследуют содержание жирных кислот, включая эруковую, и глюкозинолатов, которые определяют вкусовые качества готового продукта.

### Анализ масличных семян

FT-NIR спектроскопия используется для исследования отдельных семян, начиная с цельных соевых бобов и заканчивая рапсовым семенем. Держатели для образцов изготавливают под размеры семян заказчика. Это позволяет получать воспроизводимые результаты.

### Корма для животных

Методом FT-NIR спектроскопии можно исследовать шрот и лузгу на содержание влаги, масляности, белка, клетчатки, золы и крахмала, что необходимо при разработке кормов для животных. Кроме этого, анализ аминокислотного состава масличных семян и шротов позволяет оптимально рассчитать количество питательных добавок к кормам.

Соевые бобы содержат не только масло, но и большое количество белка.



## • Пищевые масла: контроль качества готовой продукции

Масла и жиры являются необходимыми питательными веществами и сильно влияют на различные процессы в организме. Качество этих продуктов определяется многочисленными параметрами, которые можно исследовать с помощью FT-NIR анализаторов Bruker.

### Непрерывный контроль на каждой стадии производства

Пищевые масла и жиры являются неотъемлемой частью пищи. Для оценки их качества используются такие параметры как йодное число (IV), содержание свободных жирных кислот (FFA) и транс-изомеров жирных (TFA) кислот, анизидиновое число (AV) и др.

Традиционный анализ проводимый по стандартизированным химическим или физическим методикам, для определения каждого параметра в отдельности, часто требует применения опасных растворителей и дорогих реагентов.

Производители пищевых масел и продуктов питания нуждаются в быстром методе неразрушающего анализа пищевых масел и жиров.

FT-NIR анализаторы Bruker прекрасно подходят для этой цели. Анализ становится быстрым, недорогим и безопасным даже для персонала, не имеющего специальной подготовки, так как исключена стадия пробоподготовки. Масло просто наливается в стеклянную пробирку и помещается в кюветное отделение спектрометра.

### Жирнокислотный состав

Важной характеристикой пищевых масел является жирнокислотный состав (C16:0, C18:0, C18:1 и т.д.), так как он определяет содержание индивидуальных жирных кислот в маслах и жирах. Например, масло какао и масло подсолнечника имеют совершенно разный жирнокислотный состав. Соотношение жирных кислот определяет не только тип масла и его питательную ценность, но также влияет на его



Высококачественные пищевые масла – компоненты здорового питания.



## Пищевые жиры и масла

### Виды продукции:

- Подсолнечное масло
- Рапсовое масло
- Масло канолы
- Кукурузное масло
- Соевое масло
- Кокосовое масло
- Пальмовое масло
- Рыбий жир
- Говяжий жир
- Свиное сало
- и многие другие..

### Параметры:

- Содержание свободных жирных кислот
- Содержание транс-изомеров жирных кислот
- Йодное число
- Перекисное число
- Анизидиновое число
- Жирнокислотный состав
- Триглицеридный состав
- Оценка содержание твердых жиров
- Содержание ненасыщенных жирных кислот
- Цветность

физические свойства и стабильность.

Например, олеиновая кислота очень ценна с точки зрения питательной ценности, в то время как полностью насыщенная пальмитиновая кислота менее предпочтительна. Линолевая кислота с тремя двойными связями наиболее химически активна, и поэтому отрицательно влияет на стабильность продукта. Однако, на свойства масла влияет не только степень насыщенности, но и взаимное расположение кислотных остатков в триглицеридах. Методом FT-NIR спектроскопии можно определить не только количественный состав жирных кислот, но и структуру триглицеридов и общее содержание насыщенных, мононенасыщенных и полиненасыщенных жиров.

### Анализ состава непищевого сырья

Около 40-50 % туши животного не годится для употребления человеком в пищу и используется для производства высокопитательных добавок к животным кормам: жира и сала, богатых энергией; костной, мясной и куриной муки, богатых белком. FT-NIR спектроскопия применяется для анализа жиров животного происхождения и позволяет одновременно определять несколько параметров: йодное число, содержание жирных кислот и свободных жирных кислот. В кормах для животных можно определять содержание влаги, жира, белка, клетчатки, а также энергетическую ценность и аминокислотный состав.



Анализ пищевых масел в 8 мм пробирке с помощью FT-NIR спектрометра TANGO.

## • Оливковое масло – жидкое золото

Качество оливкового масла холодного отжима сильно зависит от качества оливок, так как это единственное пищевое масло, получаемое без применения химических реагентов и рафинации. Эти особенности производства повышают стоимость оливкового масла, в связи с чем оно часто становится объектом фальсификации. FT-NIR спектроскопия – это надежный инструмент для контроля качества в процессе производства и выявления низкокачественных масел.

### Контроль качества оливок

Большая часть выращиваемых в мире оливок используется для производства оливкового масла. Ценность оливок определяется главным образом содержанием масла. В зависимости от времени сбора урожая и других факторов содержание масла варьируется в пределах от 10 до 30 %. Информация о точном содержании масла важна как для фермеров, так и для производителей масла, поскольку позволяет оценить качество урожая. Традиционные методы «мокрой» химии, такие как метод Сокслета, становятся все менее привлекательными, так как требуют использования большого количества растворителей, что является рискованным с точки зрения здоровья и безопасности. Кроме того, результаты анализа сильно зависят от оператора, а сама процедура занимает много времени. FT-NIR спектроскопия имеет несомненные преимущества: анализ длится не более минуты, кроме того, одновременно с

содержанием масла можно определить кислотность плодов - важный параметр при сборе и хранении урожая.

### Производственный контроль

Помимо содержания жиров, количество влаги также является важным параметром, значение которого учитывают при оптимизации процесса экстракции.

Содержание масла в жмыхе, оставшемся после экстракции, не должно превышать 2%. Более высокое содержание масла указывает на недостатки процесса прессования и снижение экономической эффективности производственного процесса.

FT-NIR спектроскопия позволяет эффективно контролировать производственный процесс благодаря высокой производительности и экологичности.



Соблюдение технологий при сборе урожая – необходимое условие получения высококачественного масла.



## Оливки и оливковое масло

### Виды продукции:

- Оливковое масло
- Оливки
- Паста из оливок
- Жмых

### Параметры:

- Содержание масла
- Содержание влаги
- Кислотность
- K232
- K270
- Содержание 1,2-диглицеридов
- Содержание пиррофеофитина
- Перекисное число
- Жирнокислотный состав

### Анализ оливкового масла

Основным критерием качества для масла холодного отжима является кислотность, которая не должна превышать 0,8%. Другие критерии включают: перекисное число, по которому определяют, не прогоркло ли масло; ДК (поглощение в УФ-области) и др. В отличие от вина, качество оливкового масла не улучшается со временем – масло рано или поздно прогоркает. По содержанию 1,2-диглицеридов и пиррофеофитина можно установить, что масло хранилось слишком долго или было разбавлено рафинированным маслом для снижения кислотности.

Значение всех этих параметров можно определить за 30 секунд с помощью FT-NIR спектрометра, который позволит вам тщательно контролировать качество на всех этапах производства.

### Выявление фальсификации

Типичной проблемой масложировой промышленности является старение масел. Этому процессу подвержено не только оливковое, но и, например, подсолнечное и масло лесного ореха. Сегодня оливковое масло очень популярно, поэтому участились случаи его фальсификации.

Большинство масел очень сходны по химическому составу, поэтому очень сложно выявить их смесь, используя традиционные методы, такие как определение показателя преломления. Однако, масла различаются по жирнокислотному составу, и с помощью FT-NIR спектроскопии можно определить даже небольшое содержание других масел в оливковом.

Другой объект фальсификации – географическое происхождение масла. В сочетании с другими методами, FT-NIR спектроскопия позволяет получить информацию для установления географического происхождения и последующей сертификации масла.

Соблюдение условий хранения и регулярный контроль качества – важные составляющие производственного процесса



## • Хорошее масло – прекрасный вкус. Жиры для жарки

В последние годы жареная пища считается не очень полезной для здоровья. Однако качество готового продукта непосредственно связано с качеством жира для жарки, поэтому последнее необходимо тщательно контролировать в ресторанах быстрого питания и на пищевых производствах.

### Контроль деградации масла для жарки с помощью FT-NIR спектроскопии

Жарка – быстрый, недорогой и хорошо себя зарекомендовавший способ приготовления пищи. Однако, при повторном использовании при высокой температуре, жиры и масла начинают разрушаться.

На продукты, подвергающиеся жарке, очень сильно влияет качество используемого масла. Более 90% масла, содержащегося в продукте, меняет свои свойства в процессе приготовления. На цвет, структуру и аромат жареной пищи влияет масло для жарки. Более того, масло для жарки вносит существенный вклад в себестоимость.

Лабораторные методы определения качества масла включают определение свободных жирных кислот, анидинового числа, общее количество полярных соединений и полимеризованных

триглицеридов. Для анализа каждого из этих параметров используются определенные методы, требующие обучения персонала, времени на их выполнение, а также использования специальных реактивов и их последующей утилизации.

Точность и высокая производительность FT-NIR спектроскопии делают этот метод идеальным для контроля качества масел для жарки и позволяют персоналу принимать обоснованные решения по снижению производственных расходов и оценке органолептических качеств продукции.

Подтверждением этого является стандартная методика, разработанная немецким обществом исследования жиров: «FT-NIR спектроскопия: Скрининг использованных жиров и масел для жарки с целью быстрого определения общего количества полярных соединений, полимеризованных триглицеридов, кислотного и



Жарка – быстрый, недорогой и хорошо себя зарекомендовавший способ приготовления пищи.



## Жиры для жарки

### Виды продукции:

- Масло для жарки
- Жир для жарки

### Параметры:

- Кислотное число
- Анизидиновое число
- Общее кол-во полярных соединений
- Компоненты
- Полимеризованные триглицериды

анизидинового числа».

Другие параметры, характеризующие качество и питательную ценность масла, можно также определить за одно измерение. Среди них – йодное число, содержание насыщенных, моно- и полиненасыщенных жирных кислот, а также трансизомеров жирных кислот.

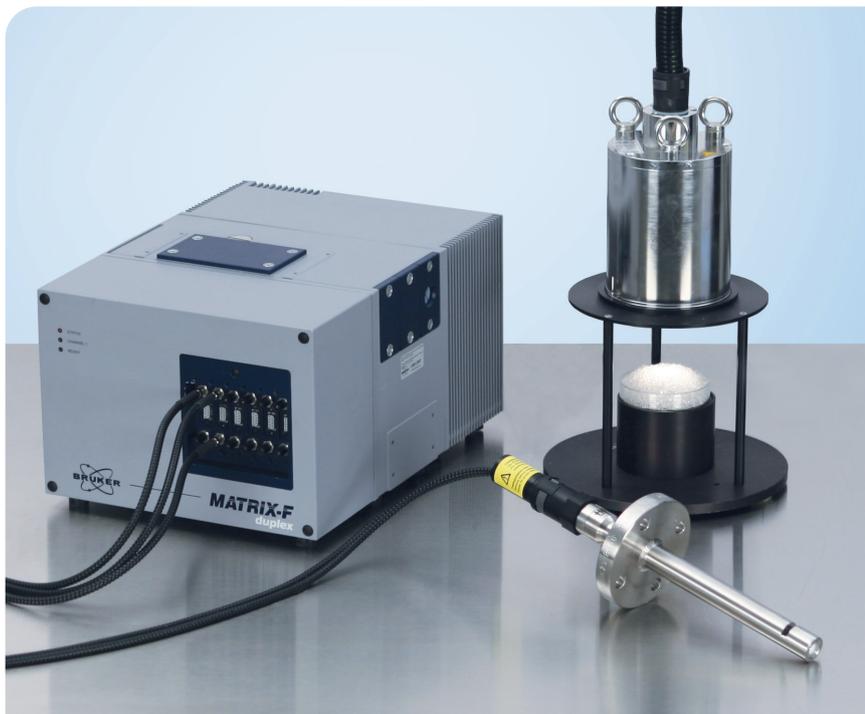
### Контроль качества непосредственно на производственной линии

FT-NIR спектроскопия может применяться не только в лаборатории, но и непосредственно на производственной линии. Толчком к разработке методов анализа производственных процессов в реальном времени становятся соображения качества, безопасности, и экономической целесообразности.

Непосредственно на производственной линии можно проводить анализ как жидких, так и твердых образцов. Для этого используются контактные и бесконтактные датчики, которые могут быть установлены в емкостях, байпасах и даже над конвейерными лентами. К одному спектрометру MATRIX-F можно подключить до 6 датчиков.

Одной из основных областей применения датчиков на производственной линии является контроль качества масла в процессе промышленной жарки во фритюре. FT-NIR спектроскопия позволяет не только оценить качество масла, но и проанализировать влияние на него различных параметров. Опволоконные датчики выдерживают нагрев до 260°C и прекрасно подходят для использования на линиях периодического и непрерывного производства.

Спектрометр MATRIX-F для анализа жидких и твердых образцов непосредственно на производственной линии.

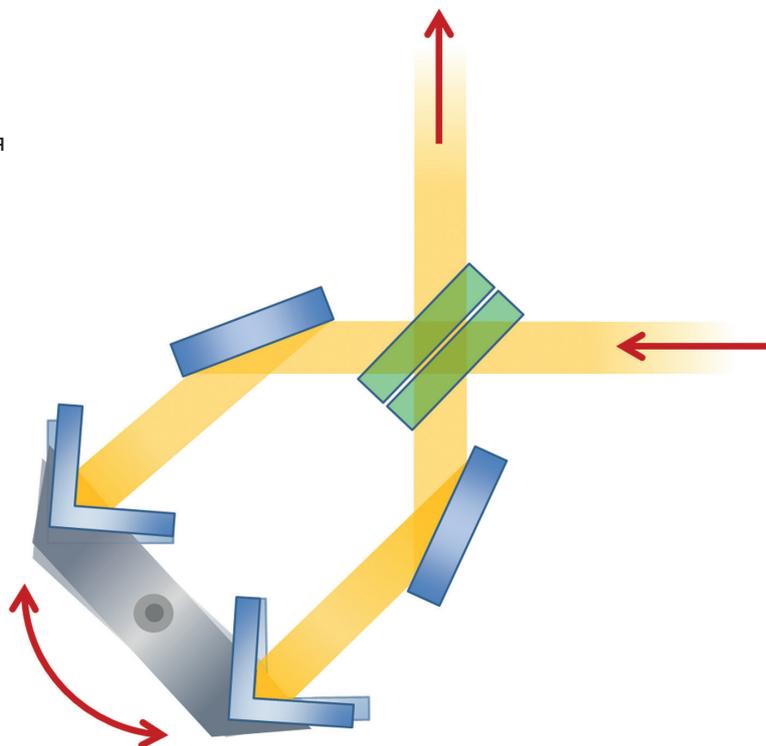


## • Технологии

### Современный интерферометр RockSolid

FT-NIR спектрометры компании Bruker оснащены современной оптикой. Ключевым элементом спектрометра, обеспечивающим высочайшую стабильность результатов измерений, является не требующий настройки интерферометр RockSolid с уголковыми зеркалами. В отличие от плоских зеркал, на уголковые зеркала практически не влияет угол наклона зеркала (т. е. угол поворота зеркала). Это очень важный фактор, поскольку лучи света, отраженные от светоделителя, должны точно рекомбинировать при возвращении на светоделитель. В противном случае снижается стабильность, разрешение и качество спектра. Интерферометр RockSolid состоит из двух отражателей - уголковых зеркал, расположенных на качелях. Специфика использования таких зеркал позволяет избегать ошибок, связанных с отклонениями плоскости отражателя. В конструкции интерферометра для обеспечения прецизионного перемещения зеркал используются неизнашиваемые осевые бесфрикционные подшипники. Сочетание всех технологических особенностей делает интерферометр устойчивым к вибрации и колебаниям температур. Интерферометр RockSolid обеспечивает исключительную стабильность и надежность работы оборудования не только в лаборатории, но так же при его эксплуатации в жестких технологических условиях. Более того,

точность установки длины волны сохраняется в течение долгого времени, что является непременным условием для успешного переноса калибровок. Конструкция всех анализаторов позволяет проводить техническое обслуживание приборов силами пользователя, что снижает время простоя оборудования и затраты на техническое обслуживание. Расходные материалы, такие как источник света, поставляются в предварительно отъюстированном модуле и легко заменяются пользователем.



Интерферометр RockSolid компании Bruker с уголковыми зеркалами.



# Программное обеспечение

## Программное обеспечение OPUS

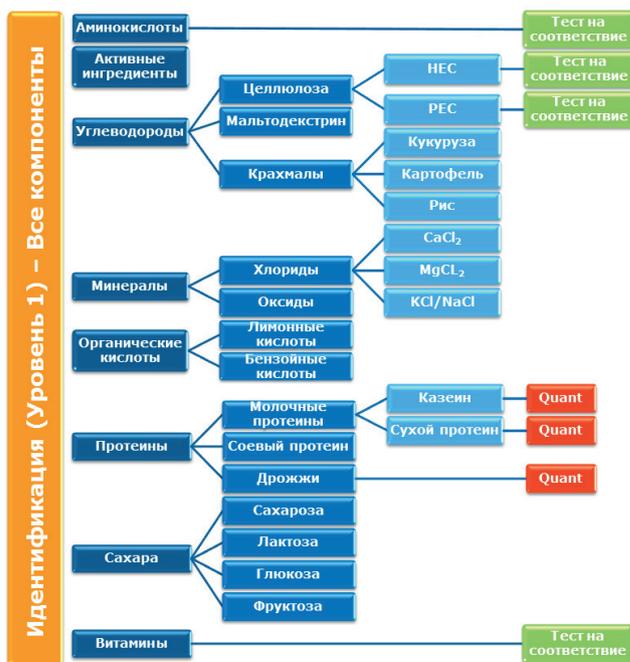
ПО OPUS компании Bruker Optics – простое в использовании спектроскопическое программное обеспечение. ПО включает в себя обширный набор инструментов для сбора, обработки и оценки данных и может быть полностью сконфигурировано в соответствии с требованиями пользователя, включая расширенные возможности управления системой и различными уровнями доступа для пользователей.

Для настройки метода используются три основные функции:

- Создание калибровки для количественного анализа компонентов и их свойств
- Установка библиотеки данных для идентификации входного сырья
- Тест на соответствие для контроля качества продукта

## Multi Evaluation

Использование уникального функционала ПО OPUS Multi Evaluation позволяет пользователю устанавливать иерархический порядок для методов. Это позволяет автоматически оценивать различные значения и определять последующие шаги анализа или назначать выполнение дополнительного расчета. Например, за идентификацией может последовать количественное определение и тест на соответствие; или после количественного анализа, в зависимости от полученных результатов, может последовать



Пример схемы многоуровневого метода Multi Evaluation с последующим тестом на соответствие или количественным анализом.

дополнительный количественный анализ. Результаты измерения отображаются на экране. Отчеты сохраняются и, при необходимости, могут быть распечатаны.

## Лабораторный анализ

Программный пакет OPUS/LAB - это интуитивно понятное и простое в освоении программное обеспечение для решения стандартных задач, для освоения которого не требуется дополнительной подготовки операторов. Пользователю необходимо выбрать продукт, который планируется анализировать, ввести его описание и дополнительную информацию об исследуемом образце. Результаты измерения отображаются на экране, а также сохраняются в PDF формате и в файлах журнала регистрации. Вся полученная информация считается лабораторной информационной системой.

## Промышленный анализ

Программное обеспечение OPUS/PROCESS разработано для настройки параметров автоматического управления процессом и отображения результатов измерения. Возможна конфигурация параметров с большим количеством дополнительных настроек, предназначенных для циклических измерений или установка пороговых значений в системе управления технологическим процессом. Результаты измерений и пороговые значения передаются на систему управления технологическим процессом через протоколы обмена Fieldbus, Modbus, 4-20 mA или OPC.

## Сохранность данных

OPUS гарантирует сохранность и целостность ваших данных.

- Работа без потери данных или перезаписи новыми
- Полное соответствие GMP/GLP, 21 Часть 11
- Автоматическое формирование документации (журнал аудита)
- Все необходимые данные в одном файле (параметры изменения, управления, результаты, отчеты, пр.)

## Диагностика спектрометра

Непрерывный контроль технических характеристик спектрометра гарантирует получение стабильных и надежных результатов измерения.

OPUS обеспечивает:

- Постоянную on-line диагностику прибора
- Отображение статуса прибора в режиме реального времени
- Формирование отчетов о состоянии прибора
- Встроенное автоматическое тестирование (OQ, PQ)

## ● Сервис и поддержка

Сотрудники Bruker Optics - высококвалифицированные специалисты, ученые и инженеры, которые в совершенстве владеют не только методами инструментального анализа, но и хорошо понимают особенности технологических процессов производства. Наши специалисты помогут в подборе и использовании оборудования, оптических компонентов, устройств для работы с образцами и программного обеспечения.

Мы предлагаем полный комплекс услуг по обучению и технической поддержке. Спектрометры Bruker Optics разработаны для обеспечения безотказной работы в течение многих лет. Но даже в случае возникновения проблем, корпоративная сеть Bruker и ее представительства по всему миру быстро отреагирует на запросы пользователей. Bruker гарантирует профессиональную установку и запуск оборудования, полную поддержку в вопросах применения в соответствии с поставленными задачами и высокое качество послепродажного обслуживания.



[www.bruker.com/optics](http://www.bruker.com/optics)

● Bruker Optics GmbH & Co. KG

Ettlingen · Germany  
Phone +49 (7243) 504-2000  
[info.bopt.de@bruker.com](mailto:info.bopt.de@bruker.com)

ООО Брукер

Москва · Россия  
Тел. +7-495-517-9284  
[info.bopt.ru@bruker.com](mailto:info.bopt.ru@bruker.com)

Украина Киев

[info.bopt.ua@bruker.com](mailto:info.bopt.ua@bruker.com)