

Функциональная безопасность

Краткая инструкция

INVEOR M / MP

Функциональная безопасность
RU

Smart connections.

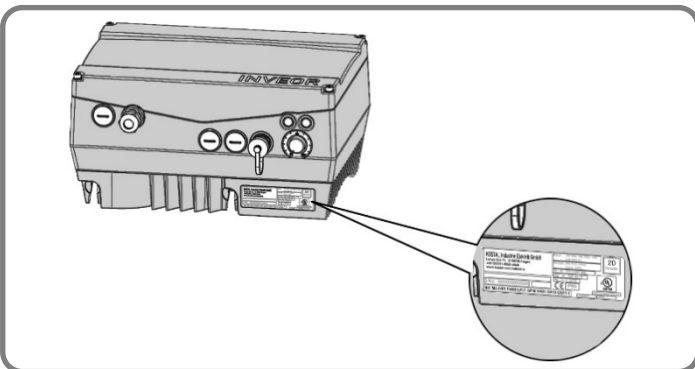
Использование по назначению

- Использование по назначению

ВАЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

- Использование регулятора привода на нестационарном оборудовании считается исключительным внешним условием и допустимо только в соответствии с местными стандартами и директивами.
- Монтаж и демонтаж должен проводить только соответствующий квалифицированный персонал.
- К работе следует допускать только персонал, который прошел обучение по установке, монтажу, вводу в эксплуатацию и обслуживанию устройства.
- Не вносите изменений в конструкцию регулятора привода.
- Соблюдайте международные и национальные предписания по технике безопасности

Обозначения на регуляторе привода



На корпус регулятора привода нанесены ярлыки и обозначения. Данные ярлыки и обозначения нельзя менять или удалять.

Символ	Значение
	Опасность поражения током и электрическим разрядом
	Опасность поражения током и электрическим разрядом. После выключения подождите две минуты (время разрядки конденсаторов)
	Дополнительное заземление
	Прочитайте и соблюдайте руководство по эксплуатации

- Квалифицированный персонал
- Использование по назначению
- Ответственность
- Маркировка CE
- Используемые сокращения
- Сертификат

1 | УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

- Общие указания по технике безопасности

Безопасное отключение крутящего момента (STO): указания по технике безопасности

Приведенные ниже указания по технике безопасности должны строго соблюдаться.

Защита от поражения электрическим током

ВАЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Состояние «Безопасное отключение крутящего момента» не обеспечивает защиту от поражения электрическим током.

ОПАСНОСТЬ!

- Опасность для жизни при поражении током! Тяжелые или смертельные повреждения! Отключите регулятор привода от напряжения и заблокируйте от повторного включения. Указанные ниже клеммы могут находиться под напряжением и после остановки двигателя.
 - Клеммы подключения к сети питания X1: L1, L2, L3
 - Клеммы подключения двигателя X2: U, V, W
- Присоединительные клеммы X6, X7: релейные контакты реле 1 и 2
- Присоединительные клеммы T1/T2 с положительным ТКС

Защита от загрязнений

ВАЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Для обеспечения функции безопасности при открытом корпусе должна выдерживаться степень загрязнения 2.

Исключение неисправностей

ВАЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Присоединительный провод для функции безопасного отключения крутящего момента экранирован, чтобы можно было исключить ошибку сторонней подачи напряжения. В качестве кабельного ввода для корпуса INVEOR используйте прилагаемое резьбовое ЭМС-соединение.

Исключение неисправностей: короткое замыкание

ВАЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Относительно присоединительного кабеля для функции безопасного отключения крутящего момента требование «Исключение неисправностей: короткое замыкание» согласно DIN EN 13849-2 выполняется за счет использования отдельного экранированного провода для каждого канала. Экранирование должно быть выполнено с обоих концов кабеля. Используйте для этого входящие в комплект поставки резьбовые ЭМС-соединения.

Если для обоих каналов функции безопасного отключения крутящего момента используется один экранированный провод, для соблюдения требования «Исключение неисправностей: короткое замыкание» согласно DIN EN 13849-2 следует установить предохранительное реле для распознавания возможных перекрестных замыканий между каналами.

Потеря функций безопасности

ВАЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Постоянное напряжение 24 V на входах для функции безопасного отключения крутящего момента приводит к потере функции безопасности.

Классификация IEC 60204-1

ВАЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

- Процесс остановки приводных элементов машины, описанный в разделе «Категория останова 1» (SS1), может быть реализован только в сочетании с дополнительным внешним модулем контроля безопасности!
- «Категория останова 2» (SS2) в регуляторе привода не поддерживается.

Классификация IEC 61800-5-2

Ниже представлены определения трех типов функций безопасного останова.

Безопасное отключение крутящего момента (STO: Safe Torque Off)

На двигатель не подается энергия, которая может инициировать вращение (или движение в случае линейного электродвигателя). Регулятор привода не подает энергию на электродвигатель, который может генерировать крутящий момент (или силу в случае линейного электродвигателя). Эта функция безопасности соответствует требованию неконтролируемого отключения согласно IEC 60204-1 («Категория останова 0»).

ВАЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

- Эту функцию безопасности можно использовать в случае, если требуется отключение питания для предотвращения непредвиденного запуска.
- При наличии внешних воздействий (например, падение подвешенных грузов) могут потребоваться дополнительные меры (например, механический тормоз) для предотвращения опасностей, которые должны быть реализованы с соблюдением требований техники безопасности.
- В состоянии безопасного отключения крутящего момента подача электроэнергии не прекращается, так как безопасно отключается лишь система управления БТИЗ.

Безопасный останов 1 SS1 (Safe Stop 1)

Функция безопасности SS1 соответствует требованию неконтролируемого отключения согласно IEC 60204-1 («Категория останова 1»). В этом случае регулятор привода не контролирует замедление электродвигателя или уменьшение частоты вращения электродвигателя

ВАЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Безопасный контроль замедления двигателя возможен только при использовании внешнего модуля контроля безопасности.

Классификация двухканальной структуры согласно EN 62061 без внешней диагностики

Классификация двухканальной функции безопасного отключения крутящего момента без внешней диагностики соответствует следующим требованиям:

Обозначение	Значение	Пояснение
Мера безопасности	Импульсная блокировка	---
SIL	3	Уровень полноты безопасности
PFH	1,81e-08	Вероятность опасных отказов в час
DC	60 [%]	Диагностика степени покрытия
SFF	99,24 %	Доля безопасных отказов
T	20 лет	Срок эксплуатации

Таблица: Классификация двухканальной структуры согласно EN 62061 без внешнего тестирования

Классификация двухканальной структуры согласно EN 62061 с внешней диагностикой

Классификация двухканальной функции безопасного отключения крутящего момента с внешней диагностикой соответствует следующим требованиям:

Обозначение	Значение	Пояснение
Мера безопасности	Импульсная блокировка	---
SIL	3	Уровень полноты безопасности
PFH	2,16e-09	Вероятность опасных отказов в час
DC	90 [%]	Диагностика степени покрытия
SFF	99,92 %	Доля безопасных отказов
T	20 лет	Срок эксплуатации

Таблица: Классификация двухканальной структуры согласно EN 62061 с внешним тестированием

Классификация двухканальной функции согласно EN 62061 с структуры тестированием

Классификация двухканальной функции безопасного отключения крутящего момента с динамическим тестированием соответствует следующим требованиям:

Обозначение	Значение	Пояснение
Мера безопасности	Импульсная блокировка	---
SIL	3	Уровень полноты безопасности
PFH	1,45e-10	Вероятность опасных отказов в час
DC	99 [%]	Диагностика степени покрытия
SFF	99,99 %	Доля безопасных отказов
T	20 лет	Срок эксплуатации

Таблица: Классификация двухканальной структуры согласно EN 62061 с расширенным тестированием

Классификация двухканальной структуры согласно EN ISO 13849-1 без внешней диагностики

Классификация двухканальной функции безопасного отключения крутящего момента без внешней диагностики соответствует следующим требованиям:

Обозначение	Значение	Пояснение
Мера безопасности	Импульсная блокировка	---
PL	e	Уровень производительности
Категория	3	---
MTTFd	167 [a]	Среднее время до опасного отказа
DC	60 [%]	Диагностика степени покрытия
T	20 лет	Срок эксплуатации
Макс. интервал диагностических проверок	Один раз в три месяца	

Таблица: Классификация двухканальной структуры согласно EN 13849-1 без внешнего тестирования

Точный процесс диагностических проверок в соответствии с заданным интервалом описан в главе 7 и в инструкции «Функциональная безопасность». Согласно ISO 13849-1 среднее время наработки на опасный отказ (MTTFd) для категории 3 ограничено 100 годами.

ВАЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Категория 3 с постоянным током = 60 % фактически ограничивает уровень производительности до показателя d. Однако повышенная защита от ошибок, которая представлена здесь и доказана в рамках FMEA, равнозначна и, таким образом, позволяет достичь уровня производительности PL e.

Классификация двухканальной структуры согласно EN ISO 13849-1 с внешней диагностикой

Классификация двухканальной функции безопасного отключения крутящего момента с внешней диагностикой соответствует следующим требованиям:

Обозначение	Значение	Пояснение
Мера безопасности	Импульсная блокировка	---
PL	e	Уровень производительности
Категория	3	---
MTTFd	167 [a]	Среднее время до опасного отказа
DC	90 [%]	Диагностика степени покрытия
T	20 лет	Срок эксплуатации
Макс. интервал диагностических проверок	Один раз в три месяца	

Таблица: Классификация двухканальной структуры согласно EN ISO 13849-1 с внешней диагностикой

Точный процесс диагностических проверок в соответствии с заданным интервалом описан в главе 7 и в инструкции «Функциональная безопасность». Согласно ISO 13849-1 среднее время наработки на опасный отказ (MTTFd) для категории 3 ограничено 100 годами.

Классификация двухканальной структуры согласно EN ISO 13849-1 с динамическим тестированием

Классификация двухканальной функции безопасного отключения крутящего момента с динамическим тестированием соответствует следующим требованиям:

Обозначение	Значение	Пояснение
Мера безопасности	Импульсная блокировка	---
PL	e	Уровень производительности
Категория	4	---
MTTFd	167 [a]	Среднее время до опасного отказа
DC	99 [%]	Диагностика степени покрытия
T	20 лет	Срок эксплуатации
Макс. интервал диагностических проверок	Ежедневно	

Таблица: Классификация двухканальной структуры согласно EN ISO 13849-1 с динамическим тестированием

Точный процесс диагностических проверок в соответствии с заданным интервалом описан в главе 7 и в инструкции «Функциональная безопасность».

Классификация одноканальной структуры (пониженный уровень полноты безопасности SIL и производительности PL)

Классификация одноканальной структуры вытекает из параллельного подключения двух входов для функции безопасного отключения крутящего момента. Это сокращает классификацию по безопасности до указанных ниже значений.

ВАЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

- Классификация при монтаже/проектировании может быть сокращена из-за неправильной технологии подключения (например, одноканальной структуры)!
- Внешняя одноканальная структура, соединенная мостом с обоими входами функции безопасного отключения крутящего момента, означает, что уровень безопасности больше не соответствует требуемому (SIL3 или PLе).

Обозначение	Значение	Пояснение
Мера безопасности	Импульсная блокировка	---
SIL	1	Уровень полноты безопасности
PFH	1,81e-08	Вероятность опасных отказов в час
SFF	99,24 %	Доля безопасных отказов
T	20 лет	Срок эксплуатации
PL	c	Уровень производительности
Категория	1	---
MTTFd	56 лет	Среднее время до опасного отказа
DC	60 [%]	Диагностика степени покрытия

Таблица: Классификация одноканальной структуры согласно IEC 61508 и EN ISO 13849

ВАЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Если в применении внешняя система управления проверяет схему в 100 раз чаще, чем выполняется «жесткий» запрос функции безопасного отключения крутящего момента, достигается уровень SIL 2 и PL d.

2 | Код типа устройства/область действия

Платформа регуляторов привода INVEOR включает в себя модели с функцией безопасного отключения крутящего момента и без нее. Эти варианты можно четко распознать по коду изделия. Устройство нельзя дооснастить функцией безопасного отключения крутящего момента.

Код типа устройства/область действия

Наименование изделия: INVEOR M
INV MA IV01 PW02 LP01 **AP10** DK01 GH10 CO00 1

В приведенной ниже таблице представлен обзор устройств с функцией безопасного отключения крутящего момента:

INV	Mx	IV01	PWxx	LPxx	AP10	GHxx	DKxx	COxx
INV	Mx	IV01	PWxx	LPxx	AP2x	GHxx	DKxx	COxx
INV	Mx	IV01	PWxx	LPxx	AP5x	GHxx	DKxx	COxx

Наименование изделия: INVEOR MP
INV MPA IV01 PW02 LP01 **AP10** DK01 OA00 CO00

INV	MPx	VS01	IV01	PWxx	LPxx	AP10	GHxx	DKxx	OAxx	COxx
INV	MPx	VS01	IV01	PWxx	LPxx	AP2x	GHxx	DKxx	OAxx	COxx
INV	MPx	VS01	IV01	PWxx	LPxx	AP5x	GHxx	DKxx	OAxx	COxx

3 | Технические характеристики

Общие технические характеристики

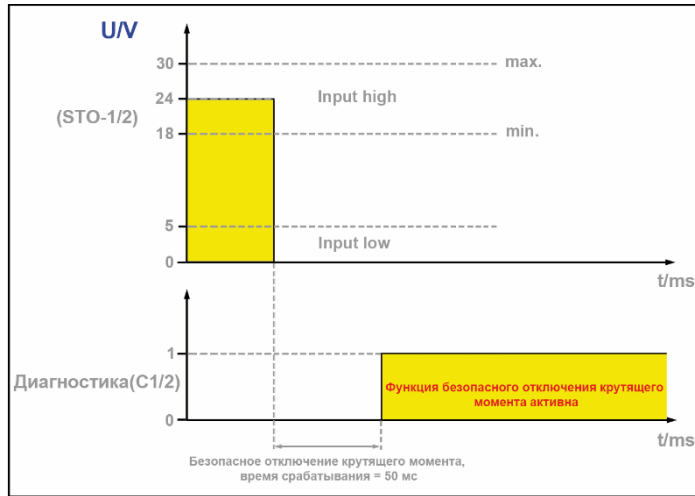
Общие технические характеристики

Общие технические характеристики для безопасного отключения крутящего момента

Обозначение	Значение	Единица измерения
Безопасное отключение крутящего момента, макс. время срабатывания	50	ms
Блок питания PELV/SELV для входного напряжения функции безопасного отключения крутящего момента (номинальное значение)	24	VDC
Допуск PELV/SELV для входного напряжения функции безопасного отключения крутящего момента (относительно номинального значения)	± 25	%
Потребляемый ток на один канал функции безопасного отключения крутящего момента при номинальном напряжении	станд. 65	mA
Пиковый ток при включении (2,5 ms)	400	mA
Совместимость: OSSD, макс. импульс	1	ms
Совместимость: OSSD, мин. время импульса	10	ms
STO Input Low	0..5	B
STO Input High	18..30	B
STO Input High при работе с сигналами OSSD	19,2..30	B

Таблица: Общие технические характеристики для безопасного отключения крутящего момента

Время срабатывания функции безопасного отключения крутящего момента — время с момента деактивации входного сигнала функции безопасного отключения крутящего момента до однозначного, связанного с безопасностью блокирования импульсной блокировки.



STO Input

ВАЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

При применении машины учитывайте время срабатывания функции безопасного отключения крутящего момента (макс. 50 ms).

4 | Функции безопасности

Функция безопасного отключения крутящего момента (Safe Torque Off)

После срабатывания функции безопасного отключения крутящего момента привод отключается (импульсная блокировка) и система управления приводом работает по инерции без торможения (если не активирован тормоз).

ВАЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

В этом случае применения учитывайте время выбега.

5 | Указания по применению: безопасность

Защита от повторного запуска

ВАЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

В случае опасных внешних нагрузок состояние безопасного отключения крутящего момента может быть опасным, если не принять дополнительных мер.

Дополнительно к примерам переключения учитывайте информацию на тему «Повторный запуск» из стандартов DIN EN ISO 13849-1 (отчет BGIA 2/2008) и IEC 60204.

Простой сброс запроса безопасности не должен автоматическим образом приводить к повторному запуску привода. Повторный запуск должен происходить только после квитирования ошибок (ручного сброса) на предохранительном реле.

ВАЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Задав соответствующие параметры, можно автоматически запускать регулятор привода.

Внутреннее вспомогательное напряжение

Питание 24 V прикладной печатной платы согласно требованию SELV/PELV подается на клемму X5, и его можно использовать как питающее напряжение для каналов функции безопасного отключения крутящего момента. В этом случае применения для других внешних компонентов доступно макс. 30 mA.

6 | Параметрирование

Рекомендуется деактивировать функцию «Автоматическое квитирование» ошибки (параметр 1.181). В противном случае при устранении ошибки может произойти немедленный запуск устройства.

Безопасное отключение крутящего момента (STO)

Не деактивируйте функцию защиты от повторного запуска (не ориентирована на безопасность, параметр 1.132), в противном случае при включении напряжения для функции безопасного отключения крутящего момента может произойти немедленный повторный запуск.

7 | Диагностика

О состоянии функции безопасного отключения крутящего момента сигнализирует беспотенциальный контакт системы диагностики, который в безопасном состоянии замкнут. Это означает, что импульсная блокировка отключена по двум каналам. Этот контакт можно использовать в качестве контакта обратной связи с блоком управления верхнего уровня.

Диагностика функции безопасности

STO 1	STO 2	Контакт	Указание
Выкл.	Выкл.	Замкнут	Питание подается на оба канала функции безопасного отключения крутящего момента. Функция безопасного отключения крутящего момента активна
Вкл.	Выкл.	Разомкнут	Состояние неустойчивое. Каналы показывают разный результат.
Выкл.	Вкл.	Разомкнут	Состояние неустойчивое. Каналы показывают разный результат.
Вкл.	Вкл.	Разомкнут	Питание подается на оба канала функции безопасного отключения крутящего момента. Эксплуатация возможна.

ВАЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

- Максимальное время задержки между запуском защитной функции защитным устройством со стороны входа и замыканием сигнального контакта составляет 50 ms.
- Учитывайте это время реакции при использовании машины и соответствующим образом сконфигурируйте систему внешней диагностики неисправностей.

Внешний динамический тест

Для достижения степени диагностического покрытия 99 % и вытекающих из этого показателей безопасности требуется внешнее динамическое тестирование. При этом каналы функции безопасного отключения крутящего момента нагружаются всеми возможными логическими состояниями перед каждой активацией системы управления двигателем и запрашивается ожидаемое состояние реле системы диагностики.

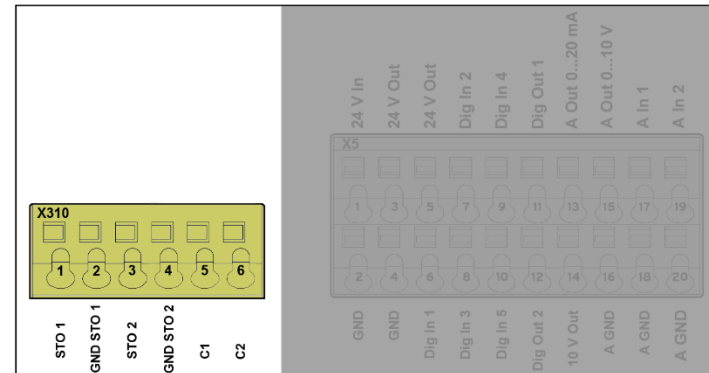
8 | Расположение клемм

Входная клемма X310 предназначена для подключения со стороны входа электромеханических и электронных предохранительных реле.

Наряду с ориентированными на безопасность входами на клеммах X310.5 и X310.6 доступны контакты обратной связи (для системы диагностики).

Расположение клемм X310

Присоединения линий управления для функциональной безопасности



Расположение клемм X310

Номер клеммы	Обозначение	Назначение
1	STO 1	Управляющий вход 1 для функции безопасного отключения крутящего момента STO (0 V/24 V)
2	GND STO 1	Опорный потенциал STO 1 (0 V)
3	STO 2	Управляющий вход 2 для функции безопасного отключения крутящего момента STO (0 V/24 V)
4	GND STO 2	Опорный потенциал STO 2 (0 V)
5	C1	Замыкающий контакт для обратного сигнала функции безопасного отключения крутящего момента на внешнюю систему управления (диагностики)
6	C2	Замыкающий контакт для обратного сигнала функции безопасного отключения крутящего момента на внешнюю систему управления (диагностики)

9 | Монтаж, демонтаж и ввод в эксплуатацию

Указания по монтажу и демонтажу, а также данные по вводу в эксплуатацию в данном документе относятся только к теме «Функциональная безопасность».

Монтаж



Присоединительный провод для функции безопасного отключения

Относительно присоединительного кабеля для функции безопасного отключения крутящего момента требование «Исключение неисправностей: короткое замыкание» согласно DIN EN 13849-2 выполняется за счет использования отдельного экранированного провода для каждого канала. Экранирование должно быть выполнено с обоих концов кабеля.

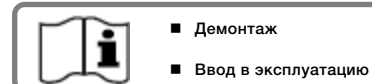
Если для обоих каналов функции безопасного отключения крутящего момента используется один экранированный провод, для соблюдения требования «Исключение неисправностей: короткое замыкание» следует установить предохранительное реле для распознавания возможных перекрестных замыканий между каналами.

Максимальная длина провода для присоединения каналов функции безопасного отключения крутящего момента составляет 30 м.

Поперечное сечение кабеля должно быть спроектировано таким образом, чтобы при работе с сигналами OSSD минимальное входное напряжение 18 или 19,2 V не было ниже требуемого.

Указания по прокладке кабелей для управляющих клемм X5 и X310:

Типоразмер A - D	
Присоединительные клеммы:	Вставной штекерный разъем с нажимной кнопкой (шлицевая отвертка, макс. ширина 2,5 мм)
Поперечное сечение присоединительного провода:	0,5–1,5 mm ² , однопроводной, от AWG 20 до AWG 14
Поперечное сечение присоединительного провода:	0,75–1,5 mm ² , провод малого сечения, от AWG 18 до AWG 14
Поперечное сечение присоединительного провода:	0,5–1,0 mm ² , провод малого сечения (Кабельные втулки с пластиковыми бортами или без них)
Длина зачистки изоляции:	9–10 mm



Проверка функции безопасного отключения крутящего момента

В рамках ввода в эксплуатацию необходимо в обязательном порядке запросить срабатывание функции безопасного отключения крутящего момента для регулятора привода, чтобы обеспечить ее надлежащее функционирование.

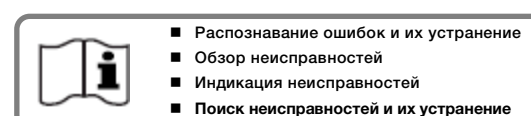
Для этого функция безопасного отключения крутящего момента запрашивается при работающем двигателе. После этого электродвигатель должен остановиться. Также следует проверить функцию диагностики. Для этого см. руководство по эксплуатации.

Проверка функции SS1

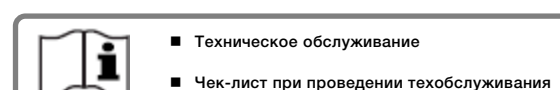
Регулятор привода INVEOR не оснащен ориентированным на безопасность входом, который обеспечивает функцию SS1.

Таким образом, проверка SS1 включает в себя проверку функции безопасного отключения крутящего момента регулятора привода и проверку внешнего предохранительного реле, которое по истечении заданного времени запрашивает срабатывание функции безопасного отключения крутящего момента.

10 | Устранение неисправностей



11 | Техническое обслуживание



Проверка функции SS1

Срабатывание функции безопасного отключения крутящего момента запрашивается при работающем электродвигателе. После этого электродвигатель должен остановиться. В соответствии с выбранной функцией безопасности (см. руководство по эксплуатации) необходимо дополнительно подтвердить правильную работу функции диагностики или динамического тестирования.