

УДК 621.923.01

Модернизация универсальных горизонтально-фрезерных станков при нарезании винтовых канавок

В.А. СКРЯБИН, д-р техн. наук, профессор, И.И. САМСОНОВ, магистр,

А.С. ВИХОРЕВА, магистр

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», г. Пенза, 440026, Российская Федерация

E-mail: vs_51@list.ru

DOI: 10.31044/1684-2561-2026-0-11-9-14

Поступила в редакцию 15.04.2026

После доработки 06.07.2026

Принята к публикации 11.08.2026

В статье отражены особенности модернизации универсального горизонтально-фрезерного станка путем замены набора сменных зубчатых колес сервоприводами угловых перемещений при фрезеровании винтовых канавок. Данное решение значительно упрощает конструкцию оборудования, повышает его точность, а также облегчает сборку и эксплуатацию.

Ключевые слова: особенности модернизации универсального фрезерного станка, приводы угловых перемещений, конфигурация станка.

The article reflects the features of the modernization of a universal horizontal milling machine by replacing a set of interchangeable gears with angular displacement servos when milling screw grooves. This solution greatly simplifies the design of the equipment, increases its accuracy, and facilitates assembly and operation.

Keywords: features of modernization of the universal milling machine, angular displacement drives, machine configuration.

Введение

Нарезание винтовых канавок является одной из сложных операций, выполняемых с помощью специальных делительных головок. При фрезеровании винтовых канавок фреза получает быстрое вращательное движение, определяющее скорость резания. Обрабатываемая заготовка совершает сложное движение — медленное вращательное вокруг своей оси и согласованное с ним поступательное вдоль оси. Винтовые канавки (правые и левые) фрезеруют концевой фрезой, используя вертикально-фрезерные станки, а дисковой фрезой — горизонтально-фрезерные станки. Дисковыми фрезами можно обрабатывать винтовые канавки, применяя специально приспособленные вертикально-фрезерные и бесконсольные фрезерные станки с поворотными голов-

ками. Этот метод целесообразно применять при фрезеровании винтовых канавок с большим углом подъема, а также канавок на крупногабаритных заготовках. При настройке универсально-фрезерного станка и делительной головки необходимо определять величину угла и направление поворота стола станка, а также число зубьев сменных зубчатых колес, обеспечивающих заданное вращение обрабатываемой заготовки. Настройка универсальных делительных головок на фрезерование винтовой канавки позволяет обеспечить два взаимосвязанных движения заготовки относительно инструмента: перемещение в продольном направлении и вращение вокруг оси. Первое движение осуществляется за счет продольной подачи стола, второе — благодаря вращению шпинделя делительной головки. Для

взаимосвязи движений делительная головка сменными шестернями подсоединяется к ходовому винту привода продольной подачи стола станка [1—3].

Материалы и методы

На рис. 1 приведены схемы фрезерования винтовых канавок, соответственно, концевыми и дисковыми фрезами. Из рис. 1, б видно, что дисковая фреза, вращаясь, как бы катится по фрезеруемой канавке. Чтобы фреза могла катиться в канавке, а не идти в ней боком, необходимо ось цилиндра повернуть на соответствующий угол к оси шпинделя станка, в котором установлена оправка с фрезой. Фрезеруемая канавка на цилиндре только тогда получает профиль обрабатывающей ее фрезы, когда наклон фрезеруемой канавки и плоскость вращения фрезы совпадают.

Таким образом, при фрезеровании винтовых канавок надо сообщить обрабатываемой заготовке следующие движения:

а) равномерное вращение вокруг ее оси за счет вращения шпинделя делительной

головки, в центрах или патроне которой закреплена заготовка.

Чтобы шпиндель делительной головки получил равномерное вращение, его соединяют через набор сменных зубчатых колес с винтом продольной подачи стола. Благодаря этой связи фрезеруемая заготовка получает необходимые движения: она вращается вокруг своей оси с одновременным продольным перемещением, в результате чего формируется винтовая канавка. На станину станка (рис. 2) устанавливают стол, на который монтируют поворотный стол для поворота направляющих на определенный заданный угол. На поворотный стол устанавливают направляющие и плиту, на которой будет располагаться мотор-редуктор с сервоприводом для поворота заготовки и заднюю бабку для поджатия заготовки. Заготовки будут устанавливаться на оправки, которые крепятся к мотор-редуктору.

При наличии сменных колес вращение ходового винта при перемещении стола в продольном направлении вызовет вращение шпинделя делительной головки. Чтобы

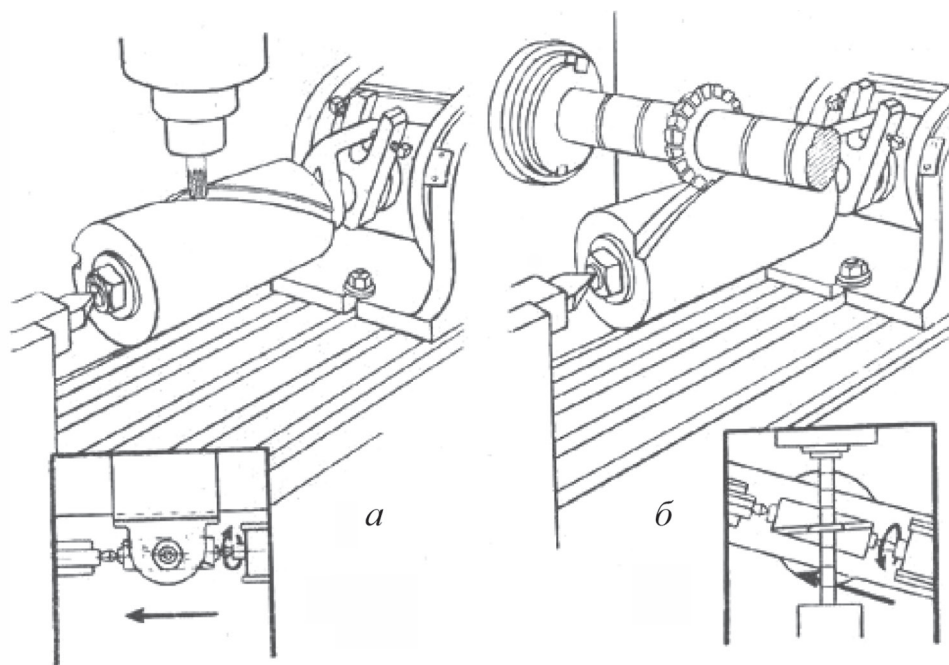


Рис. 1. Фрезерование винтовых канавок:

а — концевой фрезой; *б* — дисковой фрезой

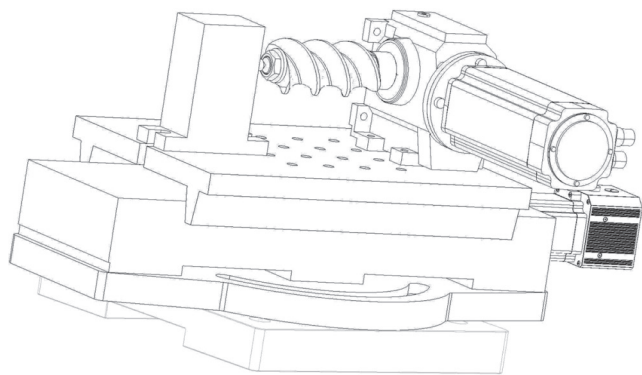


Рис. 2. Поворотный стол

получить винтовую канавку, шпиндель при перемещении стола на величину, равную шагу T нарезаемой канавки, должен сделать один оборот. Характеристикой универсально-фрезерного станка называется шаг винтовой канавки, получаемой при передаточном отношении сменных зубчатых колес, соединяющих винт станка и валик привода делительной головки, равном единице. Следует отметить, что установка сменных колес на гитаре при настройке делительной головки на обработку винтовой канавки довольно сложная операция, поскольку гитара имеет несколько колес с постоянным числом зубьев [3—6].

При обработке сила резания (рис. 3) действует на заготовку. Фреза пытается повернуть заготовку, создавая силу P_r , и переместить заготовку вдоль оси, создавая силу P_a . Между осью фрезы и осью заготовки образуется угол α , равный углу подъема винтовой линии шнека. Так как направление перемещения стола перпендикулярно оси вращения фрезы, то для обработки шнека стол станка нужно повернуть на угол, равный $90^\circ - \alpha$. Для получения на цилиндрической заготовке винтовой канавки нужного шага заготовке необходимо сообщить равномерное вращательное движение вокруг оси (за счет вращения шпинделя делительной головки) и одновременное перемещение вдоль оси от винта продольной подачи стола. Эти движения должны быть согласованы так, чтобы при повороте заготовки на один полный оборот она переместилась

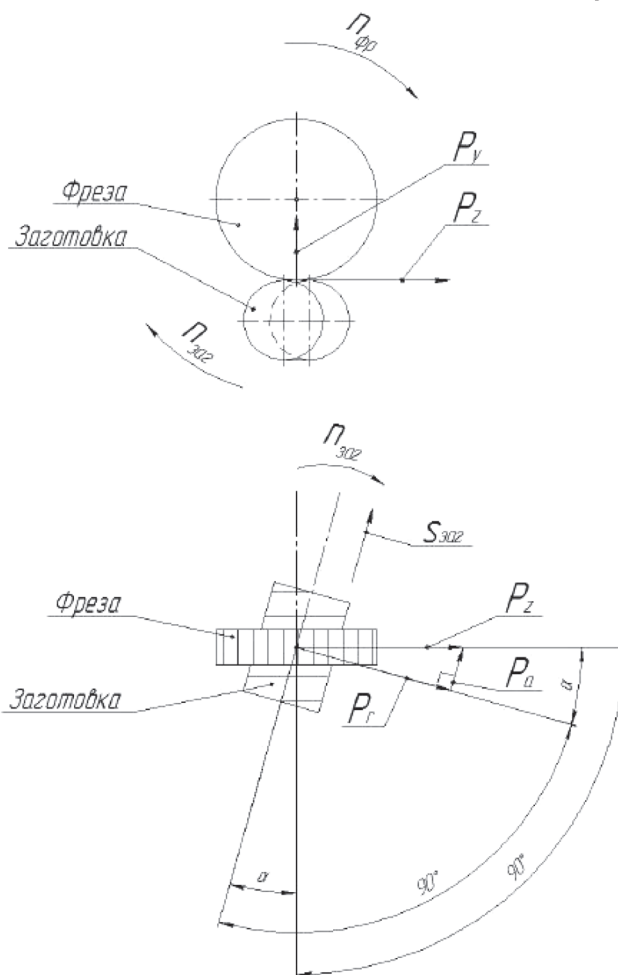


Рис. 3. Схема резания при получении винтовых канавок

в продольном направлении на величину шага. Шпиндель делительной головки получает вращение от винта продольной подачи стола через сменные колеса гитары z_1 , z_2 , z_3 и z_4 (рис. 4), соединяющие винт с валом механического привода делительной головки 8. Через конические шестерни 7 и 12 вращение передается делительному диску 11, а от него через связанный с ним стержень фиксатора 9, рукоятку 10, вал 6, цилиндрические колеса 5 и 4, червяк 3, червячное колесо 2 — шпинделю делительной головки 1 и обрабатываемой заготовке.

Таким образом, модернизация универсального фрезерного станка заключается в смене базовых двигателей на новые, более практичные. В качестве замены можно взять серводвигатель модели КМ-11-06.0-02 от «БалтСистем» (русский про-

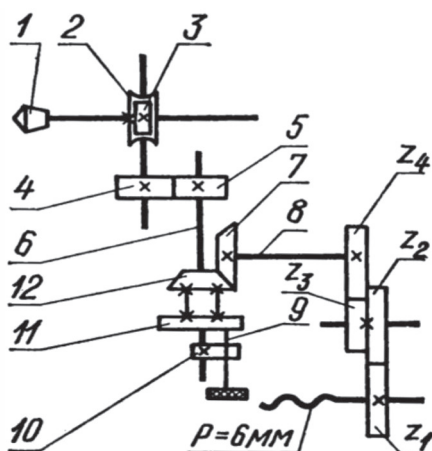


Рис. 4. Кинематическая схема делительной головки для фрезерования винтовых канавок:

1 — шпиндель делительной головки; 2 — червячное колесо; 3 — червяк; 4, 5 — цилиндрические колеса; 6 — вал; 7, 12 — конические шестерни; 8 — вал механического привода делительной головки; 9 — стержень фиксатора; 10 — рукоятка; 11 — делительный диск

изводитель) (рис. 5). Сервопривод состоит из синхронного двигателя, датчика скорости и положения, а также управляющего контроллера. Основная разница между шаговым двигателем и сервоприводом состоит в наличии обратной связи по положению, скорости, моменту на валу ротора (см. рис. 5).

Серводвигатель позволяет осуществлять перемещение рабочих органов в большом

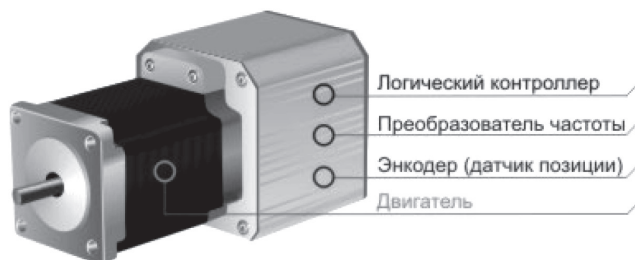


Рис. 5. Сервопривод универсального фрезерного станка

диапазоне скоростей. К достоинствам сервоприводов относятся точность позиционирования, динамика разгона и отсутствие снижения момента при высоких скоростях. Ограничивает применение сервопривода, как правило, достаточно большая стоимость. В качестве датчика был взят датчик модели ВЕ-178а, чтобы отслеживать угол поворота и отдавать импульс серводвигателю (рис. 6).

Таким образом, предложенная кинематическая схема модернизированного универсального горизонтально-фрезерного станка модели 6Н83 по сравнению с базовой моделью вышеуказанного технологического оборудования приведена на рис. 7 [5, 6].

М1-электродвигатель привода главного движения; М2 — электродвигатель привода подачи; М3 — сервопривод делительной го-

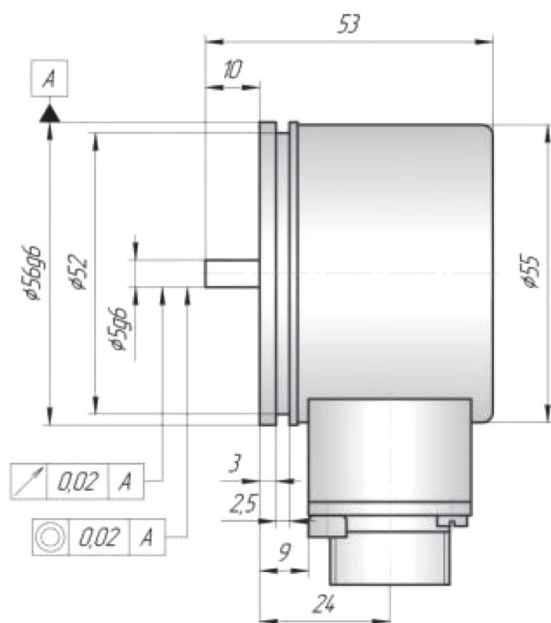
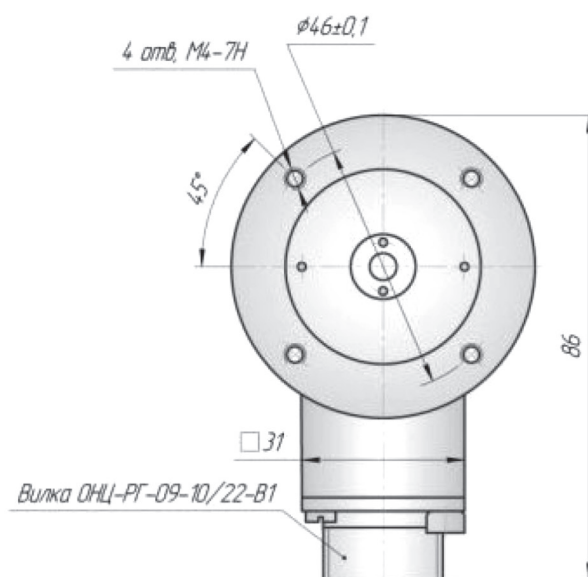


Рис. 6. Преобразователь угловых перемещений ВЕ-178а

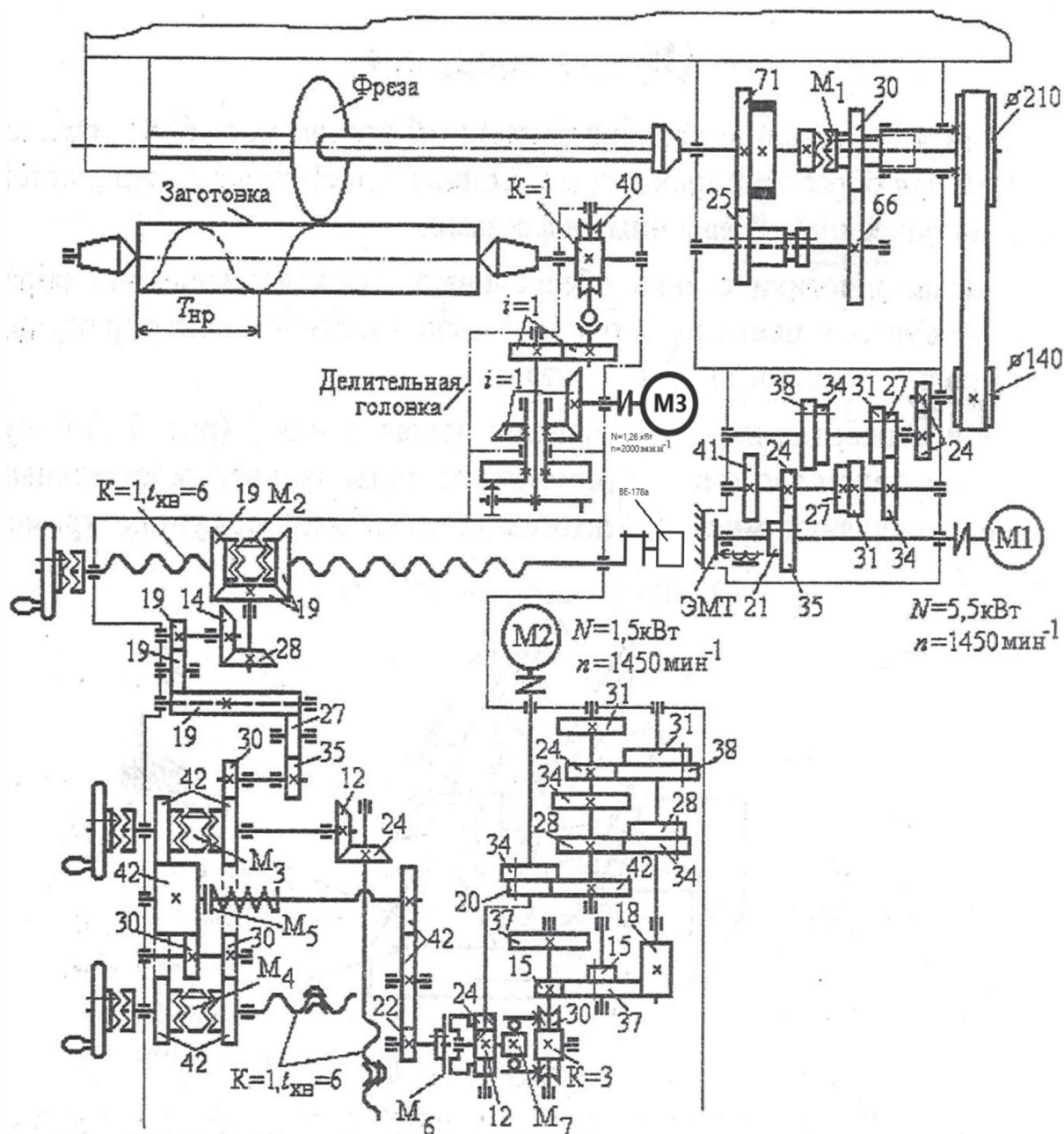


Рис. 7. Кинематическая схема модернизированного горизонтально-фрезерного станка модели 6H83:

М1 — электродвигатель привода главного движения; М2 — электродвигатель привода подачи; М3 — сервопривод делительной головки; BE-178a — преобразователь угловых перемещений

ловки; BE-178a — преобразователь угловых перемещений

точность, надежность, а также облегчило сборку и эксплуатацию.

Финансирование работы

Данная работа финансировалась за счет средств бюджета ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет» (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение). Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

Обсуждение результатов

Предложенная модернизация универсального горизонтально-фрезерного станка позволила значительно упростить коробку скоростей станка, что повысило его

Конфликт интересов

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Использование ИИ

Авторы данной работы заявляют, что при подготовке статьи технологии искусственного интеллекта не использовались.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **ГОСТ 8—82.** Станки металлорежущие. Общие требования к испытаниям на точность. М.: Изд-во стандартов, 1982. 25 с.
2. **Скрябин В.А., Павлова Ж.В.** Модернизация переносного станка для шлифования и притирки уплотнитель-

ных поверхностей затворов задвижек трубопроводной арматуры // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2015. № 2. С. 8—13.

3. **Скрябин В.А., Сорокина Н.В., Вихорева А.С., Самсонов И.И.** Особенности модернизации многоцелевых станков с ЧПУ // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2025. № 10. С. 20—23.
4. **Схиртладзе А.Г., Скрябин В.А., Борискин В.П.** и др. Технологическое оборудование машиностроительных производств. Старый Оскол: ООО «ТНТ», 2013. 548 с.
5. **Схиртладзе А.Г., Скрябин В.А., Борискин В.П.** Ремонт технологических машин и оборудования. Старый Оскол: ООО «ТНТ», 2011. 432 с.
6. **Схиртладзе А.Г., Скрябин В.А.** Ремонт технологического оборудования.: учебник. М.: КУРС: ИНФРА-М, 2018. 352 с.

РУКОВОДСТВО АВТОРУ НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ*

Автор (или коллектив авторов) осознает, что несет первоначальную ответственность за новизну и достоверность результатов научного исследования, что предполагает соблюдение следующих принципов:

- Авторы статьи должны предоставлять достоверные результаты проведенных исследований. Заведомо ошибочные или сфальсифицированные утверждения неприемлемы.
- Авторы должны гарантировать, что результаты исследования, изложенные в предоставленной рукописи, полностью оригинальны. Заимствованные фрагменты или утверждения должны быть оформлены с обязательным указанием автора и первоисточника. Чрезмерные заимствования, а также плагиат в любых формах, включая неоформленные цитаты, перефразирование или присвоение прав на результаты чужих исследований, неэтичны и неприемлемы.
- Необходимо признавать вклад всех лиц, так или иначе повлиявших на ход исследования, в частности, в статье должны быть представлены ссылки на работы, которые имели значение при проведении исследования.
- Авторы не должны предоставлять в журнал рукопись, которая была отправлена в другой журнал и находится на рассмотрении, а также статью, уже опубликованную в другом журнале.
- Соавторами статьи должны быть указаны все лица, внесшие существенный вклад в проведение исследования. Среди соавторов недопустимо указывать лиц, не участвовавших в исследовании.
- Если автор обнаружит существенные ошибки или неточности в статье на этапе ее рассмотрения или после ее опубликования, он должен как можно скорее уведомить об этом редакцию журнала.

* Из Кодекса этики научных публикаций