

Методическое руководство по написанию научной статьи в формате IMRAD

IMRAD (Introduction, Materials and Methods, Results, And Discussion) – международный стандарт структуры научной статьи, особенно распространённый в естественных науках и биомедицине. С начала 1970-х годов IMRAD стал «золотым стандартом» оформления исследований, формализованным ANSI и рекомендуемым **ICMJE** (Ванкуверские рекомендации) для биомедицинских журналов. В настоящее время подавляющее большинство **международных журналов** требуют именно такую структуру для оригинальных исследовательских статей. Даже отечественные издания адаптировались: формат IMRAD теперь обязателен практически повсеместно (даже в областях, где ранее не применялся) для соответствия требованиям научных баз данных.

IMRAD обеспечивает **четкую и логичную подачу** материала: каждая часть статьи отвечает на свой круг вопросов и вместе они проводят читателя от постановки задачи до выводов. Ниже приводится подробное руководство по подготовке всех разделов статьи в формате IMRAD, с учётом специфики **научной и прикладной биотехнологии**. Руководство включает советы по стилю, типичным ошибкам и дополнительным разделам статьи, а также особенности подготовки рукописи к публикации.

Введение: значение формата IMRAD

В этом разделе объясняется, **зачем нужен формат IMRAD**, когда он применяется и какие журналы его требуют. IMRAD используется прежде всего для **оригинальных исследовательских статей**, содержащих результаты эмпирических исследований (экспериментов, наблюдений). Его цель – стандартизировать структуру статьи, что облегчает чтение и **рецензирование**: читатель точно знает, где искать описание методов, где – результаты, и т.д. Такой формат превращает сухой отчет о проделанной работе в стройный научный аргумент, повышая ясность и убедительность изложения.

Когда применяется IMRAD: практически во всех научных дисциплинах, особенно в прикладных областях. В биотехнологии (как части биомедицинских наук) формат IMRAD используется для статей, описывающих эксперименты, разработки новых биотехнологических процессов, полученные биологические данные и т.п. Он стал универсальным: изначально возникнув в естественно-научной среде США, формат ныне принят во всём мире, в том числе в теоретических работах, благодаря своей удобной логике.

Требования журналов: если вы планируете публикацию, обязательно проверьте рубрику *Instructions for Authors* (Правила для авторов) выбранного журнала. Практически все журналы, входящие в международные базы (Scopus, Web of Science и др.), ожидают от авторов соблюдения IMRAD-структуры. Многие прямо указывают это в требованиях; например, *Uniform Requirements for Manuscripts* ICMJE требуют наличия разделов Introduction, Methods, Results, Discussion. Специализированные издания по биотехнологии (например, *Applied Microbiology and Biotechnology*, *Biotechnology Letters* и др.) не являются исключением. Таким образом, **следование формату IMRAD – залог того, что ваша работа будет воспринята редакторами и рецензентами должным образом**.

Примечание: IMRAD структуру обычно требуют для научных статей **оригинального исследования**. Для обзоров, кратких сообщений или технических отчётов могут быть другие форматы. Однако знание IMRAD полезно даже в этих случаях – оно дисциплинирует изложение. В данной методичке предполагается, что вы готовите именно исследовательскую статью (original paper).

Основные разделы IMRAD

Ниже приведены рекомендации по каждому из **четырёх основных разделов** IMRAD: *Введение, Материалы и методы, Результаты и Обсуждение*. Для каждого раздела описаны его назначение, примерный объём, особенности языка, типичные ошибки авторов и приведён фрагмент удачного текста.

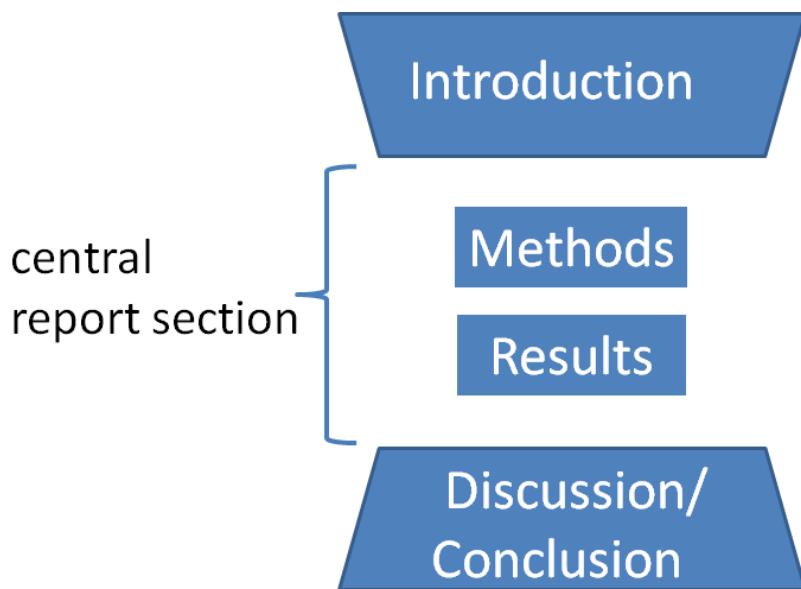


Рис. 1: Схема «бокал вина», иллюстрирующая структуру IMRAD. Вверху – широкое основание (введение) охватывает общий контекст и постановку проблемы; середина сужается (материалы и методы, результаты), концентрируясь на конкретном исследовании; внизу основание снова расширяется (обсуждение), возвращаясь к более широким научным вопросам и значению полученных данных. Симметричная форма схемы отражает то, что вопросы, поднятые во введении, находят своё отражение в обсуждении (в обратном порядке), а изменение ширины показывает переход от общего к частному и обратно.

Раздел "Введение" (Introduction)

Назначение раздела: *Введение* отвечает на вопрос **«зачем проведено исследование?»**. Здесь обосновывается актуальность проблемы, место работы среди предыдущих исследований и формулируется цель (гипотеза) работы. Хорошее введение привлекает внимание к **важности исследования** и сразу даёт понять, **почему результаты могут быть интересны** читателю. Иными словами, во введении необходимо указать **фон исследования** (что уже известно по теме, какие есть пробелы или противоречия) и **задачу, которую вы решаете**. Также принято кратко пояснить

ключевые термины, аббревиатуры и узкие понятия, чтобы подготовить читателя к последующему тексту.

Рекомендуемый объём: введение должно быть сравнительно кратким и ёмким. Обычно это **1–2 страницы** или порядка **~500 слов** (многие журналы рекомендуют не превышать эту длину). Чтобы уложиться в оптимальный объём, **избегайте воды** и повторов: не дублируйте во введении то, что уже сказано в аннотации или будет подробно обсуждаться позже. Достаточно обозначить проблему, ее актуальность, обзор литературы и цель вашего исследования. Помните, что подробный обзор литературы – это уже часть *Обсуждения* или отдельная обзорная статья; во введении же нужен **только необходимый минимум контекста**, достаточный для понимания цели работы.

Особенности стиля: введение пишется **научно-деловым стилем**, без излишне сложных предложений. Допустимы различные грамматические времена, в зависимости от контекста. Например, **цель исследования** часто формулируют в прошедшем времени («Целью настоящей работы **было...**»), так как исследование уже выполнено. **Общие факты и текущее знание** по теме можно излагать в настоящем времени («Антибиотикорезистентность **представляет** серьёзную проблему...»), однако описание **того, что сделали предыдущие авторы**, обычно даётся в прошедшем или настоящем совершённом времени («Предыдущие исследования **показали...**» или «**показано**, что...»). Введение пишется преимущественно **без местоимений**: избегайте обращаться к статье от первого лица («мы исследовали...») – лучше нейтрально: «исследовано...», «проведен анализ...», однако строгого табу на первое лицо нет (если журнал не запрещает, можно написать и «В данной работе мы исследовали...»). Стиль должен быть **логичным**: двигаться от общей постановки проблемы к конкретной нише вашей работы (принцип воронки). При этом важно сохранять объективный тон, без субъективных оценок и рекламных заявлений.

Типичные ошибки во введении:

Отсутствие четкой мотивации. Автор не объясняет, почему эта задача важна. Читатель должен с первых абзацев понять актуальность темы (например, через статистику проблемы или пробел знаний). В противном случае введение теряет смысл. Помните: «*Введение должно подчеркнуть важность исследования и определить его место среди аналогичных работ*». Если значимость не ясна, читатель не будет заинтересован в ваших результатах.

Слабый обзор литературы. Частая ошибка новичков – либо вообще не цитировать предыдущие работы, либо цитировать случайно. Нужно проанализировать хотя бы **несколько ключевых публикаций** по теме, показав, что вы владеете состоянием вопроса. Обзор должен подводить к вашему исследовательскому вопросу. Недостаточно написать одну фразу «Проблема мало изучена» – нужно кратко показать, что уже сделано и чего ещё нет. Например, подчеркните, что в литературе отсутствует решение конкретной задачи, на решении которой вы фокусируетесь. Идеально, если во введении упомянуто **20–30 источников**, включая зарубежные, особенно последние 5–10 лет, что демонстрирует актуальность и мировой контекст исследования.

Нет ясной цели и задач. В конце введения читатель ожидает увидеть сформулированную **цель исследования** (и/или гипотезу) и при необходимости

основные задачи, которые автор поставил для достижения цели. Ошибка – расплывчатое или отсутствующее определение цели. Формулировка цели должна напрямую вытекать из предыдущего обзора: после слов о том, чего не хватает в науке, сразу логично: «*В связи с этим целью настоящей работы было...*».

Лишние подробности и дискуссии. Новички иногда перегружают введение деталями методов, подробным обсуждением своих результатов или общими рассуждениями не по теме. Помните, что **введение – не место для результатов или вывода**, и даже не для подробного описания методики. Всему своё место: детали экспериментов – в *Методах*, интерпретация – в *Обсуждении*. Если убрать из введения любой абзац, не связанный прямо с обоснованием цели, текст только выиграет.

Дублирование аннотации. Введение не должно дословно повторять текст аннотации (*abstract*). Аннотация – это краткое резюме всей работы, а введение – начало основного текста, которое должно глубже погружать в тему. Избегайте начинать введение фразами типа «*В данной статье рассматривается...*», как уже было сказано в аннотации. Лучше сразу переходить к сути научной проблемы.

Пример фрагмента введения:

*«Распространение бактерий, устойчивых к антибиотикам, – серьёзный вызов современной медицине. В частности, штаммы *Staphylococcus aureus* с множественной резистентностью ежегодно вызывают тысячи госпитальных инфекций. В мировой литературе накоплен значительный материал по поиску новых антибактериальных агентов, однако до сих пор не предложено эффективного решения проблемы устойчивости золотистого стафилококка. Настоящее исследование нацелено на разработку принципиально нового ферментного препарата, активного против резистентных штаммов.»*

Почему это хороший пример? Он начинается с общей проблемы (антибиотикорезистентность), подкрепляет её конкретикой (пример с *S. aureus*), указывает на отсутствие решения (разрыв в знаниях) и формулирует цель исследования. Текст лаконичный (~90 слов), без лишних деталей, и сразу показывает значимость работы.

Раздел "Материалы и методы" (Materials and Methods)

Назначение раздела: *Материалы и методы* отвечают на вопрос «**что и как сделано?**». Здесь автор описывает **процесс проведения исследования**, включая объект(ы) исследования, используемые материалы, оборудование, методы эксперимента и анализа данных. По сути, раздел «Методы» – это инструкция для **воспроизведения вашего эксперимента**: читатель (а особенно рецензент) должен понять, можно ли доверять результатам и сможет ли он повторить ваш эксперимент при необходимости. В прикладной биотехнологии раздел методов крайне важен, так как от корректности методики зависит воспроизводимость результатов и возможность внедрения ваших разработок на практике.

Содержание раздела: опишите **последовательность выполнения исследования**, обоснуйте выбор методов и материалов, дайте достаточные

количественные характеристики. Часто удобнее всего излагать методы в **хронологическом порядке** (в той последовательности, как проводились эксперименты). Альтернативно, если исследование многокомпонентное, можно разделить раздел на подтемы (например, «Культивирование клеток», «Аналитические методы», «Статистический анализ»). Обязательно перечислите **все ключевые методики**, приборы и программные средства, применённые для получения и обработки данных. Если в работе вы **разработали новый метод**, опишите его максимально подробно. Если же использовали **общепринятый метод**, нет необходимости расписывать его с нуля – достаточно кратко упомянуть и дать ссылку на источник или стандарт, где он описан. Например: «*Экстракцию ДНК проводили методом фенол-хлороформной экстракции по стандартному протоколу [ISO 12345:2019]*» – этого достаточно, чтобы не загромождать текст известными подробностями. Важно указать **специфику**: любые модификации стандартных методик или нестандартные параметры следует описать и пояснить, чем они продиктованы. Если эксперимент требовал специального оборудования, укажите марку и модель приборов, производителя реагентов (особенно критичных), условия эксперимента (температура, время инкубации, концентрации реагентов и т.д.). Не забудьте про **статистические методы** обработки данных (тесты значимости, количество повторностей, критерии оценки достоверности) – их обычно указывают в конце раздела «Методы».

Стиль изложения: как правило, **прошедшее время**, потому что вы описываете уже сделанные шаги. Например, «*клетки были культивированы при 37°C в течение 24 часов*». Допустим как **действительный залог** («Мы культивировали клетки...»), так и **страдательный** («Клетки культивировались...»); строгих требований нет, хотя во многих англоязычных журналах сегодня поощряется активный залог. В русском языке научного стиля часто используют неопределённо-личные обороты («провели анализ», «выполнено сравнение»). Главное – придерживаться единого стиля по всему тексту. Пишите **точно и ясно**: избегайте двусмысленностей. Лучше разбить один сложносочинённый монстр-период на два-три простых предложения, чем рисковать непониманием. Не перегружайте текст числовыми данными – детальные результаты ещё появятся в следующем разделе. Здесь можно ограничиться описанием, что *измеряли и какими методами*, а уже конкретные цифры привести в разделе «Результаты».

Типичные ошибки в разделе методов:

Недостаток деталей для воспроизведения. Например, автор упоминает «культуру микроорганизмов выращивали на питательной среде», но не указывает состав среды, температуру инкубации, длительность культивирования. Или говорит «измеряли активность фермента стандартным методом», не уточняя метод и источник. **Читатель не должен догадываться, как именно вы работали** – иначе ваши результаты могут вызвать сомнение. Правило: *любой компетентный специалист, прочитав ваш раздел «Методы», должен суметь повторить эксперимент при наличии такого же оборудования*. Если какая-то информация важна для воспроизводимости, включите её или дайте ссылку на источник.

Лишние (избыточные) детали. Обратная ситуация: автор расписывает тривиальные вещи. Например, подробное описание приготовления буферного раствора по школьному

рецепту, перечисление каждого шага очевидной процедуры или характеристик оборудования, не влияющих на результаты (цвет пробирок, версия операционной системы компьютера и т.п.). Новичкам свойственно думать, что чем больше они напишут, тем лучше. На самом деле **нужно соблюдать баланс**: приводить все **существенные** детали и опускать то, что и так понятно специалистам. Упоминание “лишних” деталей отвлекает и размывает важную информацию.

Отсутствие ссылок на методики или стандарты. В прикладной биотехнологии широко используются стандартные протоколы (например, **ГОСТы, ISO**, методические указания) и ранее опубликованные методы. Типичная ошибка – описать методику как свою, не сославшись на первоисточник. Это может выглядеть как присвоение чужой методики и насторожить рецензентов. **Совет:** если метод не ваш авторский, всегда указывайте источник (литературу или стандарт). Пример: «Определение содержания белка выполняли по методу Бредфорда» – этого достаточно, чтобы отдать должное оригинальному автору метода и сообщить читателю, где найти детали. Это же касается использования приборов: укажите фирму-производителя и модель, особенно если от этого зависят результаты (например, секвенатор Illumina NextSeq 550, спектрофотометр Thermo Scientific NanoDrop 2000 и т.п.).

Смешивание результатов с описанием эксперимента. Методы – это процедуры, а не их исход. Однако иногда авторы начинают вставлять сюда фразы вроде «...и было обнаружено, что...». Этого делать не следует: любые полученные **данные** и наблюдения принадлежат разделу «Результаты». В методах можно упомянуть, что измерялось, но **не что получилось**. Если очень нужно привести какой-то контролируемый показатель, например «температура во время реакции не превышала 50°C», – это приемлемо, но тогда ясно укажите, что это условие, а не результат.

Неструктурированность, хаотичность описания. Отсутствие логики в изложении методов затрудняет чтение. Распространённая ошибка – перечисление методов в случайном порядке. Лучше сгруппировать связанные процедуры: сначала, например, методы получения образцов, затем методы анализа, затем методы обработки результатов. Также избегайте длинных блоков текста: разбивайте раздел на абзацы по смыслу, используйте подзаголовки, если раздел объёмный.

Пренебрежение этическими нормами. Для биотехнологических исследований это особенно актуально: если вы работали с лабораторными животными, человеческими образцами, микроорганизмами II-IV группы патогенности и т.п., **обязательно** включите информацию об одобрении этического комитета, лицензиях или разрешениях (если применимо). Отсутствие упоминания этических разрешений там, где они очевидно нужны, считается серьёзной ошибкой и может привести к отказу в публикации. Например: «Исследование на лабораторных животных проведено в соответствии с положениями Европейской конвенции ETS123, протокол одобрен локальным этическим комитетом (№ протокола)...».

Пример фрагмента раздела «Материалы и методы»:

«Бактериальный штамм *E. coli* BL21(DE3) использовали для экспрессии рекомбинантного белка X. Культуры выращивали в среде *Luria-Bertani* при 37°C до достижения оптической плотности OD₆₀₀ ~0,6. Индукцию синтеза целевого белка

проводили добавлением изопропил- β -D-тиогалактопиранозида (IPTG) до конечной концентрации 0,5 mM, после чего инкубировали 4 ч. Для очистки белка применяли хроматографию на никельсодержащей аффинной смоле согласно стандартному протоколу производителя (GE Healthcare). Элюированные фракции делили против буфера (20 mM Tris-HCl, pH 8,0) и анализировали методом SDS-PAGE.»

Почему это хороший пример? Он описывает основные шаги эксперимента по порядку: выбор штамма, условия культивирования, индукция, очистка белка, анализ. Указаны ключевые параметры (температура, концентрация IPTG, время инкубации), а для стандартной методики (аффинная хроматография) дана ссылка на протокол производителя вместо избыточных деталей. Текст точный, без результатов (нет утверждений об эффективности очистки – это будет в разделе «Результаты»). Стиль нейтральный, в прошедшем времени.

Раздел "Результаты" (Results)

Назначение раздела: Результаты отвечают на вопрос «**что получилось?**». Здесь автор излагает **новые данные**, полученные в ходе исследования – наблюдения, измерения, экспериментальные факты. Раздел «Результаты» – ключевой в статье: именно он содержит те **научные новизну и ценность**, ради которых всё писалось. Предшествующие разделы (Введение, Методы) создают базу и инструментарий, но **ценность статьи определяется разделом «Результаты»**. Поэтому к его подготовке нужно подойти особо тщательно.

Структура и содержание: результаты лучше всего представлять **логически организовано**, в той же последовательности, что и задачи исследования. Разбейте раздел на подтемы, если это поможет читателю. Например, можно последовательно описать: (1) **характеристика полученных данных** (например, свойства исходных образцов, проверка достоверности эксперимента), (2) **основные наблюдения/эффекты**, (3) **дополнительные анализы или проверки**, если они были. Каждый абзац должен нести какое-то **сообщение**. Неправильно просто перечислять цифры или факты – старайтесь сразу подчеркивать, что **значимого из них следует**. Однако важно помнить грань: **интерпретации и обобщения – это уже обсуждение**. В разделе «Результаты» вы **констатируете факты**, но воздерживайтесь от подробного объяснения причин. Например, уместно: «Активность фермента **увеличилась в 2 раза при pH 6,0 по сравнению с pH 7,5 (табл. 2)**». А вот фразу «**Это связано с повышением устойчивости фермента при кислотном pH**» лучше перенести в обсуждение, иначе вы начинаете анализировать, а не просто сообщать результат.

При подаче результатов **используйте наглядные материалы**: таблицы, графики, диаграммы, рисунки. В биотехнологических работах часто включают микрофотографии, спектры, гели электрофореза и т.д. – всё это относится к иллюстрациям результатов. Есть негласное правило: **результаты, которым можно дать количественную или графическую форму, лучше представить именно так**. График или таблица часто донесут информацию нагляднее, чем абзац текста. **Однако избегайте дублирования:** не нужно приводить одни и те же данные и в таблице, и на рисунке, и подробно в тексте. Выберите оптимальный способ: если важна динамика или соотношение величин – график; если нужны точные численные значения – таблица. В

тексте же укажите основные цифры или тренды, ссылаясь на таблицу/рисунок: например, «Активность возрастала от 20 до 50 ед. при увеличении температуры с 20°C до 40°C (рис. 3)». При этом детали кривой или все 10 промежуточных значений можно не перечислять – для этого есть рисунок 3. **Все таблицы и рисунки должны быть пронумерованы и подписаны** (название + пояснение, что изображено). В тексте статьи обязательно дайте ссылки на них (как минимум по одной на каждый объект) – иначе непонятно, зачем они нужны.

Обработка данных: если у вас численные результаты, убедитесь, что указаны **единицы измерения**, а при необходимости – погрешности, доверительные интервалы, *p*-значения статистических тестов. Например: « $12,7 \pm 0,3 \text{ mg/ml}$ », «растущая фаза длилась $8 \pm 1 \text{ час}$ », «различия статистически значимы, *p* < 0,05». Для графиков указывайте на осях величины и единицы, для микрофотографий – масштабные линейки. **Не приукрашивайте** данные: нулевая или отрицательная результативность – это тоже результат, и его стоит честно отразить, если он важен для полноты картины. Начинающие авторы иногда скрывают «неудачные» результаты, но эксперты обычно замечают пробелы. Лучше сообщить: «При концентрации выше *X* эффект не наблюдался» – и тогда в обсуждении дать объяснение, чем умолчать и вызывать вопросы.

Последовательность изложения: преподносите результаты так, чтобы читатель мог **выстроить причинно-следственную цепочку**. Плохой стиль – хаотично прыгать от одних данных к другим. Хороший стиль – вначале показать **валидность ваших данных** (например, контрольные эксперименты), затем – **основные результаты**, затем – **вспомогательные или побочные наблюдения**. Все результаты, необходимые для дальнейшего обсуждения, должны быть представлены здесь, иначе обсуждать будет нечего. В то же время не стоит расписывать совершенно все сырье данные – дробите и отбирайте, группируйте, делайте обобщающие таблицы. Если данных очень много (например, сотни измерений), не пытайтесь впихнуть всё в основную статью – для этого есть *Приложения* или *Дополнительные материалы* (о них ниже).

Типичные ошибки в разделе результатов:

Отсутствие фокуса и ясности. Если раздел «Результаты» превращается в сухое перечисление цифр без пояснений, читателю трудно уловить суть. Например: «Концентрация продукта составила 1,2 мг/мл (опыт 1), 0,5 мг/мл (опыт 2), 0,8 мг/мл (опыт 3)...». Такой текст сложно читать. Гораздо лучше сгруппировать: «Во всех трёх экспериментах отмечено образование целевого продукта, причём максимальная концентрация достигнута в опыте 1 – 1,2 мг/мл, что в 2,4 раза выше, чем в опыте 2». Здесь есть **вывод** (что опыт 1 лучший) и цифры, подтверждающие его. **Совет:** каждый блок результатов старайтесь снабдить кратким пояснением, что из них следует. Но (!) не путать с объяснением причин – только констатация тенденции или сравнение.

Непропорционально объёмное изложение. Другая ошибка – излишне длинный, тяжеловесный раздел результатов. Если вы получали много разных данных, возможно, не все стоит включать в статью. Сосредоточьтесь на **ключевых** результатах, отвечающих на поставленные вопросы. Второстепенные графики или таблицы можно вынести в *Дополнительные материалы*. Также часто встречается ситуация, когда раздел «Результаты» перегружен повторяющейся информацией. Например, и текст, и

таблица, и график дают одно и то же. Оптимизируйте: либо оставить текст + график, либо текст + таблицу. Нередкая проблема – дублирование данных в **тексте и таблице**: если таблица уже приведена, нет нужды перечислять в тексте каждую её цифру, достаточно подытожить главное. Помните принцип: *илюстративные материалы обычно используются именно в разделе «Результаты»; не дублируйте одно и то же в разных форматах.*

Смешивание с обсуждением. Возможно, самая распространённая ошибка – когда авторы начинают обсуждать результаты преждевременно. Например: «При увеличении температуры выход продукта снизился до 20% (рис. 5). **Вероятно, это связано с денатурацией фермента.**» Последнее предложение – это уже элементы интерпретации, его место в разделе «Обсуждение». В разделе «Результаты» лучше ограничиться: «...снизился до 20%. Таким образом, выявлено угнетение выхода продукта при повышении температуры (рис. 5)». То есть зафиксировать явление, но не объяснять его глубоко. Дисциплинируйте себя: как только тянет написать «это связано с...» – сохраните мысль для следующего раздела.

Неаккуратная или неправильная презентация данных. Сюда можно отнести технические огехи: отсутствие подписей к осям графиков, нечитабельные цифры на рисунках, неправильное округление значений (например, указание избыточной точности там, где она не обеспечивается методикой), несоответствие между текстом и рисунками (в тексте говорится одно, а на графике другое). Эти ошибки часто встречаются у начинающих авторов. **Совет:** внимательно перепроверьте все визуальные материалы: соответствуют ли подписи содержанию, нет ли опечаток в числах, корректно ли оформлены единицы и обозначения. Желательно, чтобы каждый рисунок и таблица **сами по себе** были понятны – по крайней мере, основные обозначения должны быть пояснены в подписи или примечании.

Пропущенные результаты. Порой авторы в погоне за краткостью выносят слишком много важного в обсуждение. В итоге в разделе «Результаты» чего-то не хватает – например, упоминания о контрольном эксперименте или числового значения, на которое потом ссылаются. Это усложняет чтение: рецензенту приходится искать по тексту, где же сами данные. Правило: **всё, о чём идёт речь в обсуждении, должно быть представлено (хотя бы в виде ссылки на рисунок/таблицу) в разделе «Результаты».** Если вы хотите обсудить, скажем, корреляцию между двумя показателями, убедитесь, что либо график корреляции, либо соответствующая таблица с цифрами есть в «Результатах».

Пример фрагмента раздела «Результаты»:

«Анализ экспрессии рекомбинантного белка X показал, что при индукции 0,5 mM IPTG целевой белок составляет ~40% от общего белка клетки (рис. 4). На электрофорограмме (рис. 5) видна яркая полоса ~25 kDa, присутствующая в индуцированных образцах и отсутствующая в контрольных (без IPTG), что соответствует ожидаемому размеру белка X. Выход очищенного продукта после аффинной хроматографии составил 15±2 мг/л культуры при чистоте ~95% (табл. 1). Таким образом, полученный белок X был выделен с высоким выходом и чистотой.»

Почему это хороший пример? В нём поэтапно представлены ключевые результаты: уровень экспрессии белка, доказательство его наличия на геле и количественный выход при очистке. Использованы ссылки на рисунки (график и гель) и таблицу с численными данными, причём текст не перегружен цифрами: указаны только самые важные. Обратите внимание, последнее предложение подводит промежуточный итог («получен белок с высоким выходом») – это допустимо как краткий вывод из приведённых цифр. При этом объяснений *почему* получены такие результаты здесь нет – только констатация. Всё написано в прошедшем времени (*показал, видна, составил*), что логично для завершённого эксперимента.

Раздел "Обсуждение" (Discussion)

Назначение раздела: *Обсуждение* отвечает на вопросы «**что всё это значит?**» и «**почему это важно?**». Здесь автор интерпретирует полученные результаты, соотносит их с целями исследования и с ранее известными данными, обсуждает **научную и практическую ценность** работы. Проще говоря, если раздел «Результаты» предоставил читателю «факты», то раздел «Обсуждение» должен помочь понять, как эти факты *продвигают науку вперёд*. Часто именно обсуждение отличает **публикацию в хорошем журнале** от просто технического отчёта: редакторы и рецензенты хотят видеть, что автор умеет критически оценивать свои данные и вписывать их в широкий контекст.

Связь с введением: хороший приём – рассматривать обсуждение как зеркальное отражение введения (по содержанию). Во введении вы поставили вопросы, обозначили гипотезы – в обсуждении **нужно дать на них ответы** или комментарии. Если во введении упоминались определённые нерешённые задачи, убедитесь, что в обсуждении вы к ним вернулись. **Самая частая ошибка** – несоответствие тезисов введения и обсуждения. Например, автор в начале заявлял, что цель – разработать новый способ X, а в обсуждении вдруг говорит о каких-то общебиологических аспектах, забыв оценить, насколько способ удался. Обсуждение должно **прямо соотноситься с целями и задачами**, заявленными в начале работы. Если цель достигнута – скажите об этом и подкрепите, если нет – обсудите, почему и что дальше.

Структура обсуждения: не обязательно строго придерживаться схемы, но обычно оно включает несколько компонентов: 1. **Обобщение основных результатов** – вначале коротко напомните, что вы получили (особенно если раздел результатов большой). Иногда первый абзац обсуждения прямо пересказывает главные находки работы простыми словами. Это помогает задать тон. 2. **Интерпретация и объяснение** – далее объясните, *почему* получены такие результаты, как они соотносятся с ожиданиями. Здесь уместно обсуждать механизмы, причины явлений, подтверждаются или опровергаются гипотезы. Можно обращаться к рисункам или таблицам, но обычно к этому моменту читатель уже с ними ознакомился. 3. **Сравнение с литературой** – очень важная часть: сопоставьте ваши результаты с данными других исследований. Покажите, поддерживают ли ваши выводы предыдущие работы или противоречат им. Если расходятся – попытайтесь найти объяснение (в методах, условиях эксперимента и т.п.). Обязательно ссылайтесь на **источники** при обсуждении чужих данных. Хорошей практикой считается фраза типа: «*Наши результаты согласуются с данными Иванова и Петрова, которые также показали увеличение выхода продукта при pH 6,0.*

Однако, в работе Смит и соавт. (2020) сообщается обратная тенденция, что может быть связано с использованием другого штамма». Такое сравнение демонстрирует вашу вовлечённость в научный дискурс. 4. **Оценка значимости и ограничений** – поясните, что нового или важного дают ваши результаты науке или практике. Возможно, ваш метод более эффективен, или вы впервые наблюдали какой-то эффект – подчеркните это. Одновременно **признайте ограничения**: ни одно исследование не идеально. Например, небольшой размер выборки, отсутствие каких-то проверок или узость условий эксперимента – покажите, что вы это осознаёте. Это придаст честности работе. 5. **Перспективы и рекомендации** – обычно в конце обсуждения (или в отдельном разделе «Заключение») говорят, как результаты могут быть использованы и что стоит исследовать дальше. Например: «Полученные данные могут быть положены в основу технологии биосинтеза вещества Y; перспективным направлением дальнейших исследований является оптимизация процесса в масштабе биореактора.»

Стиль изложения: здесь больше свободы в выборе времени. **Ваши результаты** удобно описывать в прошедшем времени («было обнаружено, что...») или в настоящем, если вы считаете их установленным фактом на момент обсуждения («наши эксперименты показывают, что...»). **Общеизвестные научные факты и данные литературы** часто приводят в настоящем времени, чтобы подчеркнуть их признанность: например, «Катализаторы на основе *E. coli* используются для производства инсулина с 1982 года». Но это не строгие правила – главное, чтобы текст был последовательным и понятным. **Тон обсуждения** – академически-уверенный, но не голословный. Каждое утверждение должно либо вытекать из ваших результатов, либо подтверждаться ссылкой на литературу. Допустимо использовать 1-е лицо («в наших исследованиях мы обнаружили...»), хотя многие предпочитают безличный стиль. **Избегайте чрезмерно эмоциональных высказываний** – фраз типа «мы впервые в мире добились невероятного результата». Даже если это крупное достижение, опишите его нейтрально: «впервые получены данные о ...».

Типичные ошибки в обсуждении:

Повторение результатов вместо их обсуждения. Плохо, если раздел состоит из тех же фраз, что и «Результаты», только перефразированных. Обсуждение – это не повтор, а **интерпретация**. Новичкам свойственно либо смешивать эти части, либо бояться высказать своё мнение и просто перечислять полученные цифры снова. Нужно идти дальше: *почему* вы получили именно такие результаты? что они означают в контексте задачи? Не бойтесь сформулировать **выводы и гипотезы**.

Отрыв от целей исследования. Как отмечалось, большая ошибка – когда обсуждение уходит куда-то в сторону, не отвечая на вопросы, поставленные во введении. Например, автор обсуждает какие-то общие биологические принципы, но ни слова о том, выполнили ли они задачу, заявленную в начале. **Совет:** перечитайте введение и вопросы, которые там заложены. Убедитесь, что в обсуждении на каждый из них дан ответ (пусть даже: «вопрос остается открытym и требует дальнейшего изучения» – это тоже ответ, честно указывающий на ограниченность работы). Обсуждение должно логически соответствовать поставленным задачам и гипотезам.

Слишком смелые утверждения, не подкреплённые данными. Иногда авторы, воодушевившись своими результатами, делают слишком общие заявления. Например: получив данные на клеточной культуре, сразу пишут, что это «новый эффективный метод лечения болезни». Такой вывод не обоснован экспериментом – до лечения людей ещё далеко. Следите, чтобы **выводы соответствовали масштабу исследования**. Избегайте формулировок «доказано, что...» – скорее всего, ваша работа лишь **показала что-то в рамках определённых условий**. Также нежелательно употреблять слова «очевидно», «несомненно» – они могут вызвать скепсис. Лучше: «результаты свидетельствуют о том, что ...», «представляется возможным, что ...».

Игнорирование альтернативных объяснений и негативных результатов. Обсуждая свои данные, постарайтесь рассмотреть и **противоречивые моменты**. Если что-то не вписывается в вашу гипотезу, не замалчивайте. Например: «Интересно, что при 50°C активность неожиданно возросла, хотя мы предполагали обратное. Возможной причиной может быть ...». Это покажет вашу научную честность. Отнеситесь к своим данным критически: «включая анализ противоречивых результатов» – важный элемент научной строгости. Точно так же, если существуют публикации, где результаты отличаются от ваших, обязательно упомяните их и предложите объяснение, почему вышло иначе (разные системы, условия и т.п.). **Умение работать с возражениями** отличает зреющего автора.

Отсутствие ссылок на литературу. Обсуждение без упоминания других исследований выглядит странно: вы как будто не знаете, куда поместить свои результаты. Ссыльайтесь на работы других авторов, подтверждающие или опровергающие ваши выводы. Только не перегружайте обсуждение чужими данными – они должны служить фоном для интерпретации ваших результатов, а не уходить в отдельное русло. И помните: при упоминании чужих результатов **необходимо указать источник**, иначе это будет выглядеть как присвоение идей.

Слабая завершающая часть. В конце обсуждения (или заключения) читатель ожидает **чётких выводов**. Типичная ошибка – закончить размышления фразой типа «Наше исследование позволило получить много интересных данных». Это ни о чём. Гораздо лучше: «Таким образом, **поставленная цель достигнута**: разработан метод X, повышающий выход продукта на 30%. Показано, что...». Выводы должны быть **конкретными** и соотнесёнными с задачами. Если этого нет, рецензенты отмечают «статья не предоставляет чётких выводов» – серьёзный недостаток.

Пример фрагмента раздела «Обсуждение»:

«Полученные данные подтверждают рабочую гипотезу о стимулирующем влиянии ионов кальция на продукцию антибиотика. В присутствии Ca^{2+} активность биосинтеза увеличилась в среднем на 25% по сравнению с контролем (табл. 2), что согласуется с результатами предыдущих исследований. Так, Ivanov et al. (2018) сообщают об аналогичном росте синтеза антибиотика под действием Ca^{2+} в культуре *Streptomyces*. Наши результаты дополняют их вывод тем, что эффект продемонстрирован на промышленном штамме-продуценте, а не только в лабораторных условиях. Вместе с тем, неожиданным оказалось снижение продукции при добавлении ионов магния – ранее Folmer et al. (2019) наблюдали

противоположную тенденцию. Возможное объяснение различий заключается в использовании разных видов микроорганизмов и условий ферментации. В целом, разработанный нами подход показал эффективность для усиления биосинтеза целевого соединения, однако требует дальнейшего изучения: в частности, необходимо оценить долговременное влияние ионов на культуру и экономическую оптимизацию процесса.»

Разбор примера: В приведённом фрагменте автор **интерпретирует** результаты (роль Ca^{2+}), сравнивает с литературой (ссылки на Ivanov et al., Folmer et al.), отмечает как совпадения, так и расхождения с предыдущими работами и предлагает объяснения. Обратите внимание, что текст написан частично в настоящем времени («подтверждают гипотезу», «соответствует результатам», «Folmer наблюдали») – это нормально для обсуждения, подчёркивая актуальность и общность научных знаний. В конце автор делает **обобщающий вывод** (метод эффективен) и указывает ограничение/перспективу (нужно изучить дополнительные аспекты), что придаёт завершённость разделу и плавно переходит к заключению.

Дополнительные разделы научной статьи

Помимо основных разделов IMRAD, полноценная научная статья включает ряд **дополнительных разделов**. Их цель – обеспечить читателя всей необходимой информацией о работе: от названия и краткого содержания до списка источников. Рассмотрим основные из них и особенности их подготовки.

Название статьи (Title)

Роль названия: Заголовок – это первое, что видит потенциальный читатель (или рецензент). Он должен **ёмко и точно отражать суть исследования** – объект и основной результат или идею. Хорошее название позволяет сразу понять, о чём статья, и привлекает нужную аудиторию. Кроме того, в эпоху электронных библиотек название играет роль **поискового запроса**: по ключевым словам из него другие учёные будут находить вашу работу.

оценки сделают читатели из текста. Название – нейтральное описание. В идеале оно звучит как **констатация**. Например, «*Биологическая очистка сточных вод методом Y при помощи штамма Z*» – нейтрально и понятно.

- **Грамматика названия:** на русском языке заголовки обычно пишутся с заглавной буквы только в первом слове (остальные – строчные, кроме имен собственных). Без точки на конце. На английском – либо в обычном регистре, либо **Title Case** (Главные Слова С Заглавной). Уточните требования журнала.

Пример удачного названия: «Трансгенные дрожжи как биофабрика: повышение синтеза инсулина на 40% с помощью активации промотора». – Здесь указаны **объект** (трансгенные дрожжи), **суть** работы (биофабрика для инсулина, активация промотора) и **результат** (повышение синтеза на 40%). Заголовок информативный, привлекает специалистов по биотехнологии и медбиологии.

Пример неудачного названия: «Исследование некоторых способов в биотехнологии». – Слишком общее, неясно, что конкретно сделано; такое название не привлечёт читателей и не выдастся по тематическому поисковому запросу.

Аннотация (Abstract)

Роль аннотации: Аннотация – это **краткое резюме статьи**, обычно объемом 150–250 слов (около 5–10 предложений). По аннотации читатель (или поисковый робот базы данных) решает, стоит ли читать всю статью. Хорошая аннотация даёт **сжатую квинтэссенцию** работы: что сделано, как и что получилось. Важно помнить, что аннотация часто доступна свободно, даже если сама статья платная, поэтому она должна быть самодостаточной и информативной.

Что включать в аннотацию: большинство журналов требует, чтобы аннотация содержала следующие элементы:

- **Введение/фон:** 1–2 предложения о контексте и проблеме (почему выполнялось исследование).

- **Цель:** чётко указать цель или гипотезу работы.

- **Методы:** 1–2 предложения о том, какие методы или подходы использованы (без деталей).

- **Результаты:** 1–3 предложения о наиболее важных результатах – конкретные цифры или качественные выводы.

- **Вывод/значимость:** 1 предложение о главном выводе и значении результатов.

Некоторые журналы просят *структурированную аннотацию* с подзаголовками (Background, Methods, Results, Conclusions), но в большинстве прикладных журналов она пишется единым абзацем. Избегайте в аннотации сложных терминов и расшифруйте все аббревиатуры, т.к. она будет читаться людьми из разных областей. **Не следует** вставлять в аннотацию цитаты, рисунки, номерованные ссылки – аннотация должна быть автономной. Стиль – объективный, без «мы» и без оценочных прилагательных. Например, вместо «получены очень хорошие результаты» пишите конкретно **какие**.

Типичные ошибки в аннотации:

- **Слишком общая или размытая аннотация.** Например: «Изучено влияние различных факторов на объект. Получены результаты, представляющие интерес.» –

такая аннотация ничего не сообщает. Читатель не поймёт ни сути работы, ни конкретных выводов.

- **Чрезмерно подробная аннотация.** Обратная проблема – попытка впихнуть в аннотацию все детали, включая второстепенные результаты, методические подробности, множество чисел. В итоге текст перегружен и труден для восприятия. Помните: аннотация – не заменяет статью, а лишь рекламирует её содержание. Нужно отобрать самое главное.

- **Несоответствие содержанию статьи.** Иногда аннотацию пишут наспех до окончательной доработки статьи, и она перестаёт точно отражать текст. Нужно убедиться, что все основные результаты, упомянутые в аннотации, действительно есть в статье, и наоборот – важнейшие выводы статьи отражены в аннотации.

- **Нарушение требований к объёму.** Если журнал требует «Abstract ≤ 200 words» (~1500 знаков), не стоит отправлять аннотацию на 300 слов. За этим строго следят.

Пример аннотации: «Background: Антибиотикорезистентность патогенов требует поиска новых терапевтических подходов. Objective: В данном исследовании создан и испытан рекомбинантный фермент, обладающий бактерицидной активностью против Staphylococcus aureus. Methods: Ген фермента внедрён в штамм-продуцент; очищенный препарат протестирован in vitro на резистентных изолятах. Results: Новый фермент ингибировал рост всех протестированных штаммов S. aureus, снижая оптическую плотность культур на 70±5% по сравнению с контролем. Conclusion: Рекомбинантный фермент перспективен как основа противостафилококковой терапии.»

(Эта аннотация структурирована для наглядности, но могла бы быть и одним связным абзацем. В ней видны проблема, цель, метод (в общих чертах), конкретный результат и главный вывод.)

Ключевые слова (Keywords)

Что это: Небольшой набор слов или фраз (обычно 5–7), характеризующих основные темы работы. Ключевые слова выбираются авторами и перечисляются сразу после аннотации. Они нужны для индексирования статьи в библиографических базах и помогают заинтересованным исследователям найти вашу работу.

Как выбирать ключевые слова: - Думайте как поисковик: какие слова введёт исследователь, которому может быть полезна ваша статья? Например, если статья о биодеградации пластика с помощью бактерий, ключевые слова будут: биодеградация, пластик, микроорганизмы, ферменты, экологическая биотехнология.

- **Специфичность:** не используйте слишком общие слова («биотехнология» само по себе – слишком широко). Лучше конкретизировать: «биотехнология растений», «рекомбинантные белки», «CRISPR-Cas9» и т.д..

- **Не дублируйте слова из названия.** Обычно заголовок статьи и так индексируется. Ключевые слова лучше использовать для дополняющих терминов. Но если название очень специфичное, можно повторить отдельные важные термины.

- **Правила оформления:** ключевые слова пишутся через запятую; каждое с маленькой буквы (если не имя собственное). Проверяйте *Instructions for Authors*: иногда требуется строго определённое количество или формат (напр., в алфавитном порядке).

Пример: для статьи «Иммобилизация липазы на наночастицах для синтеза биодизеля» возможные ключевые слова: *нанобиокатализ; липаза; биодизель; иммобилизация ферментов; трансэтерификация*.

Заключение (Conclusions)

Что это: Раздел, в котором **кратко подводятся итоги** исследования. Заключение часто не выделяют отдельно, а включают как последний абзац обсуждения. Однако некоторые журналы требуют отдельный раздел *Conclusions* (или *Выводы*) – уточните правила. В прикладных работах заключение позволяет акцентировать **практические выводы**.

Содержание

заключения:

- **Краткие выводы по цели:** Напишите 2–3 предложения о том, чего вы достигли.
- Логическая связка с введением обязательна:** ваши выводы должны **прямо отвечать на поставленные во вступлении вопросы и задачи**. Если во введении цель – “разработать метод X”, то в заключении: “разработан метод X, характеризующийся тем-то”.
- **Значимость:** Упомяните, почему полученные результаты важны для науки или практики (но без повторения всего обсуждения). Например: “Впервые получены... что открывает новые возможности для ...”.
- **Перспективы:** Часто последнее предложение – рекомендация, что делать дальше. Это может быть совет практикам (например, внедрить метод) или направление исследований (например, изучить вопрос шире, протестировать в промышленных условиях и т.п.).

Стиль: предельно лаконичный и ясный. Фактически, заключение – это *ответ читателю*: “Итак, что же мы узнали?” Желательно избегать новых ссылок на литературу (всё ключевое уже упомянуто ранее). Также не стоит в заключении вводить новые данные или обсуждения – только выводы из ранее изложенного. Рекомендуется писать выводы **в списочной форме** (по пунктам), если требований к этому нет – в виде короткого абзаца.

Типичные

ошибки:

- **Банальные заключения или их отсутствие.** Плохо заканчивать статью внезапно или общими словами («В настоящей работе изучено то-то» – без акцента на результате). У читателя останется впечатление незавершённости.
- **Противоречие между выводами и данными.** Иногда авторы приукрашивают в выводах то, что не совсем подтверждено результатами. Этого делать нельзя – рецензенты сразу заметят. Все заявленные выводы должны вытекать из фактов раздела «Результаты».
- **Избыточная длина.** Заключение – не место повторять всё обсуждение. Не нужно вторично расписывать каждый результат. Достаточно резюмировать **самое главное**.

Пример заключения: «*Выводы: 1) Предложен новый способ иммобилизации фермента, обеспечивший рост активности липазы на 25%. 2) Показано, что иммобилизованная липаза сохраняет стабильность в течение 30 дней непрерывного процесса, что превосходит известные системы. 3) Разработанная технология может найти применение в производстве биодизеля, а также быть адаптирована для других*

биокаталитических процессов. Перспективы дальнейших исследований связаны с масштабированием процесса и испытаниями на промышленных образцах сырья.»

Благодарности (Acknowledgments)

Назначение: Раздел для выражения благодарности людям или организациям, которые **помогли в работе**, но не являются авторами. Сюда также включают информацию о **финансировании** (гранты, программы), если нет отдельного раздела *Funding*.

Кого упоминать: научных руководителей, консультантов, технический персонал, давших советы коллег, предоставившие материалы или оборудование организации, рецензентов (иногда – если они существенно улучшили статью). Обязательно благодарят спонсоров и грантодателей: обычно формулировка: «*Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ №... / Program Name Grant No...*». Часто журналы требуют указать источники финансирования особо, с стандартной фразой. Если исследования выполнены без целевого финансирования, принято писать: «*Настоящее исследование не получило внешнего финансирования*».

Стиль: очень кратко, в вежливой официальной форме. Например: «*Авторы благодарят Иванова И.И. за помощь в проведении экспериментов, Петрову А.А. – за ценные советы при обсуждении результатов. Особую благодарность выражаем лаборатории биосенсоров ИБХ РАН за предоставленное оборудование.*» Все перечисления через запятую или точку с запятой, в одном абзаце. Без излишней эмоциональности (не место писать «неоценимая помощь» – просто «за помощь»). Упоминание родственников, друзей, «за моральную поддержку» в научных статьях не приветствуется (это допустимо в диссертациях, но не в статьях).

Ошибка: забыть упомянуть финансирование, если было – это может повлечь претензии от спонсора или журнала. Всегда проверяйте условия грантов: часто требуется благодарность по конкретной форме.

Список литературы (References / Literature Cited)

Назначение: Полный библиографический список всех источников, на которые вы сослались в тексте статьи. Это основа научной этики: **каждая идея, факт или метод, заимствованные из чужой работы, должны иметь ссылку на источник**. Список литературы позволяет читателям найти подробности по упомянутым работам и оценивает вашу осведомлённость о теме.

Оформление списка:

- **Стиль цитирования:** различные журналы требуют разный формат. В естественных науках распространены: **номерной стиль** (Ванкуверский, когда ссылки пронумерованы в порядке появления в тексте и оформляются соответственно стандарту, например ГОСТ или APA/Vancouver style); или **автор-дата стиль** (Гарвардский, когда в тексте указывается «(Иванов, 2020)», а список сортируется по алфавиту авторов). **Важно:** строго соблюдайте формат журнала – это частая причина придирок при технической проверке. Если есть шаблон или пример оформления – следуйте ему. Используйте менеджеры библиографии (EndNote, Zotero, Mendeley) или встроенные

средства Word для форматирования списка – это облегчает задачу.

- **Полнота данных:** каждая ссылка должна содержать: автор(ов), название работы, источник (название журнала или книги), выходные данные (год, том, номер, страницы) и DOI (если есть). Для электронных источников – URL и дата обращения. Для стандартов – номер и год введения. **Проверьте каждый источник:** нет ли опечаток в фамилиях, цифрах. Частая ошибка – неверный список литературы (он сразу бросается в глаза редакторам).

- **Количество и актуальность:** в прикладных биотехнологических статьях обычно 20–40 источников. Следите, чтобы значительная часть (например, ≥50%) были **свежими (за последние ~10 лет)**. Избегайте избыточного **самоцитирования** (не более 10–15% ссылок на себя, иначе подумают о попытке накрутки индексов). Страйтесь цитировать **первичные источники** (оригинальные исследования), а не обзоры или вторичные пересказы, особенно на ключевые факты. Обязательно включайте **международные источники** – ссылки только на местные, региональные издания могут снизить доверие (покажет, что вы не изучали мировой опыт).

- **Отсутствие «лишних» ссылок:** не включайте литературу, на которую нет ссылок в тексте (список не должен содержать просто «для общего развития» – только цитируемое). И наоборот, каждое упоминание чужих данных в тексте должно иметь соответствующий источник.

- **Этика цитирования:** убедитесь, что **каждая идея или результат, заимствованные из чужой работы, прямо сопровождаются ссылкой**. Непрямое цитирование (пересказ своими словами) всё равно требует указания источника! Плагиат недопустим. Если вы цитируете дословно небольшую фразу из другого автора (что редко делается в научных статьях), возьмите её в кавычки и укажите источник. Но лучше стараться излагать своими словами с указанием автора идеи.

Пример оформления (номерной стиль, по ГОСТ Р 7.0.5-2008):

Ivanov I.I., Petrov P.P. Biotechnology of oil-degrading bacteria // *Applied Biochemistry and Microbiology*. – 2018. – V.54, №3. – P.250–257. DOI: 10.1134/S0003683818030056.

Сидоров А.Б., Николаева Т.Н. Применение фермента липазы в производстве биодизеля // *Биотехнология*. – 2020. – Т.36, №7. – С.15–22.

World Health Organization. 2019. Global report on antibiotic resistance. URL: <http://www.who.int/antimicrobial-resistance/en/> (дата обращения: 12.05.2025).

(Обратите внимание: пример иллюстрирует смешанный англоязычный и русскоязычный список с разным оформлением – по правилам ГОСТ: для англ. источников – название журнала на англ., для русских – на рус. Без квадратных скобок в тексте, т.к. ГОСТ предполагает цифровые ссылки в виде чисел в диапазоне или в строке.)

Опять же, точный формат зависит от журнала – всегда смотрите их требования или примеры статей. Некоторые журналы требуют дублировать список литературы на двух языках (русский список и латиницей References) – как, например, в некоторых российских журналах. Это нужно для международных баз, и обычно в **Instructions** это указано.

Частые ошибки: - Непоследовательное форматирование (разные стили в одном списке). - Орфографические ошибки в фамилиях (особенно при транслитерации русских имён на англ., следуйте стандарту BSI/ISO). - Указание неподходящих источников (например, ссылки на учебники, популярные статьи, не относящиеся напрямую к теме – такие источники нежелательны). - Ссылки на недоступные или непроверенные источники (например, частные сайты без гарантий достоверности). Используйте по возможности **рецензируемые источники**: статьи из научных журналов, патенты, стандарты, диссертации. Не принято цитировать **неопубликованные данные** или личные сообщения – если очень надо, оформляют как (*unpublished data*), но лучше избежать.

Приложения (Appendices / Supplementary Materials)

Что это: Дополнительные материалы, которые идут **вне основного текста**. В собственно статье они могут быть оформлены как *Приложения* (раздел в конце с заголовком "Приложение А", "Приложение 1" и т.д.) либо выложены отдельно как *Supplementary files* на сайте журнала. В прикладных исследованиях приложениями часто служат объёмные таблицы данных, дополнительные графики, схемы аппаратов, фотографии опытных установок, сырье экспериментальные данные, расчёты, большие фрагменты кода и т.п.

Когда использовать: Если есть информация, важная для полноты описания исследования, но которая **слишком громоздка или отвлекает** в основном тексте, выносите её в приложение. Например, вы провели 10 похожих экспериментов – в статье достаточно описать 2–3 ключевых, а остальные графики можно дать в Supplementary. Или, скажем, таблица с 100 значениями – в тексте приводят усреднённые результаты, а полная таблица – в приложении, чтобы заинтересованные могли увидеть детали.

Оформление: Каждое приложение обозначается буквой или номером, имеет заголовок. В тексте статьи должны быть упоминания типа: «...описано в Приложении А» или «(см. Дополнительные материалы, Рис. S1)». Без ссылки читатель может и не узнать о существовании приложения. Если приложение подаётся как отдельный файл, подпишите его понятно (например, "Supplementary_Table1.xlsx").

Пример: Приложение 1. Схема экспериментальной установки биореактора (если текст нужен – можно добавить описание). Или: Приложение А. Дополнительные таблицы с результатами серии В.

Ошибки: - Помещать в приложение **ключевые результаты**, без которых непонятно основное содержание. Все главные данные должны быть и в статье; приложение – только для деталей. - Неправильное оформление ссылок на приложение. Убедитесь, что все приложения упомянуты. - Чрезмерное количество приложений. Не стоит превращать статью в монографию с десятком приложений. Если чувствуете, что дополнительного материала слишком много, возможно, его следует ужать или опубликовать отдельно (например, на сайте лаборатории, а в статье дать ссылку).

Особенности подготовки статей по прикладной биотехнологии

Ниже рассмотрены некоторые **специфические аспекты**, которые характерны для публикаций именно в области прикладной биотехнологии. Эти советы помогут учесть отраслевую специфику и требования при оформлении вашей статьи.

Примеры тем и направлений для прикладной биотехнологии

Прикладная биотехнология охватывает широкий круг исследований, нацеленных на практическое применение биологических систем и процессов. Вот **несколько примеров тем**, которые часто встречаются и хорошо вписываются в формат IMRAD:

Биокатализ и ферментные технологии: например, разработка улучшенных ферментов для промышленного синтеза, иммобилизация ферментов на носители для повторного использования, биокатализическое получение фармсубстанций.

Генетическая и метаболическая инженерия микроорганизмов: создание рекомбинантных штаммов-продуцентов (инсулина, витаминов, биотоплива), оптимизация метаболических путей для повышения выхода целевого продукта.

Биомедицина и биофармацевтика: новые биотехнологические методы лечения и диагностики – генная терапия, клетки-продуценты для антител, вакцины, CRISPR-редактирование для моделирования заболеваний.

Агробиотехнология: трансгенные растения с улучшенными свойствами (устойчивость к вредителям, обогащённый состав), биопрепараты для защиты растений (биопестициды, биоудобрения).

Экологическая биотехнология: биоремедиация (очистка загрязнённых почв и вод с помощью микроорганизмов), переработка отходов биологическими методами (компостирование, получение биогаза), биосенсоры для мониторинга окружающей среды.

Нанобиотехнология и новые материалы: биосинтез наночастиц микроорганизмами, создание биоразлагаемых полимеров, тканевая инженерия (выращивание искусственных органов или тканей).

Биоаналитика и приборостроение: разработка биосенсоров, лабораторий-на-чипе, микрофлюидных систем для медицинской диагностики или контроля продуктов.

Для всех этих тем формат IMRAD подходит, поскольку предполагается наличие конкретной цели (создать/улучшить что-то) и экспериментов, дающих измеримые результаты. При описании прикладной работы особо важно подчеркнуть **практическую значимость**: например, если ваша биотехнологическая разработка удалась, отметьте, что это может повысить эффективность производства или решить экологическую проблему.

Представление экспериментальных данных: таблицы и графики

В биотехнологии обычно оперируют значительными объёмами экспериментальных данных: аналитические измерения, параметры выращивания, характеристики

продуктов и т.д. Правильное **оформление данных** – залог того, что читатель и рецензент оценят ваш вклад. Вот чек-лист по работе с данными в статье:

Выберите формат представления: решите, какие данные подать текстом, какие – оформить таблицами, а какие – графиками или рисунками. Как правило:

Таблицы удобны для сравнений конкретных чисел, характеристик нескольких объектов, представления, скажем, параметров нескольких штаммов или условий. Таблица хорошо воспринимается, если нужно показать точные значения. Не делайте таблицы слишком громоздкими: если колонок > 6–8 или ячеек сотни, возможно, лучше вынести в приложение.

Графики / диаграммы хороши для отображения зависимостей, трендов, динамики изменений, распределений. В биотехнике часто используются графики типа «концентрация продукта vs время», «активность vs pH», столбчатые диаграммы сравнения вариантов, кривые роста и т.п. Графики дают наглядность: тренд виден сразу.

Иллюстрации (изображения): микроскопические фотографии, схемы установок, результаты гель-электрофореза, спектры – всё это лучше включать как рисунки (figures). Они придают «живость» статье и часто необходимы для доказательства (например, гель с полосами белка – прямое подтверждение наличия экспрессии).

Оформление таблиц: используйте понятные заголовки столбцов, указывайте единицы измерения прямо в заголовке (например, «Оптическая плотность, ед. OD₆₀₀»). Минимизируйте использование сокращений, или дайте примечание с их расшифровкой под таблицей. Таблицы обычно оформляются без вертикальных линий, только горизонтальные разделители (зависит от стиля журнала). Каждая таблица должна иметь **название** (например, «Таблица 1. Выход продукта при различных температурах») и, если нужно, сноски с пояснениями к отдельным ячейкам.

Оформление рисунков: убедитесь, что **все детали видны и читаемы**. Размер шрифта на осях графиков, легендах, подписи на микрофотографиях – достаточно крупные, чтобы не смазаться при печати. Цветные графики часто требуют контрастных цветов или разных типов линий/маркеров для ч/б печати – проверьте это (или добавьте обозначения на графике прямо). **Подпись к рисунку (Figure caption)** должна объяснять, что изображено, без необходимости читать основной текст. Например: «Рис. 2. Зависимость скорости роста клеток *E. coli* от концентрации глюкозы: 1 – штамм A, 2 – штамм B. Видно, что при >5% глюкозы скорость роста штамма A снижается...». Подпись может быть 2–3 предложения, если нужно разъяснить детали. В научных журналах принято в подписях к рисункам давать достаточно информации, чтобы понять рисунок изолированно.

Отсылка к стандартам представления данных: Если есть отраслевые стандарты, как оформлять, например, последовательности ДНК, или обозначения веществ, придерживайтесь их (нуклеотидные последовательности – 10 символов в группе, схемы генов – стрелками, обозначение мутаций – по номенклатуре HGVS, и т.д.). Это создает впечатление профессионализма.

Единицы и обозначения: применяйте **СИ**, если возможно (граммы, метры, моли). В биологии часто используются вне-системные (например, % для концентрации, об/мин для центрифуги) – их тоже можно, но будьте последовательны. Если указываете, например, массу в μg – не меняйте на mg без нужды. Всегда указывайте температуру с $^{\circ}\text{C}$, время – либо в сек, мин, час, либо дайте пояснение. **Не забывайте про контрольные группы или показатели:** зачастую таблицы имеют колонку «Контроль» для сравнения – это повышает понятность результатов.

Статистическая значимость: в прикладных работах с экспериментами необходимо указывать, насколько надежны ваши данные. Приводите стандартные отклонения или ошибки среднего (SD или SEM) для чисел, если были повторы. Например: $5,3 \pm 0,2$ кг. Если сравниваете варианты, можно добавить значки значимости (звездочки * при $p < 0.05$, etc.), но объясните их в подписи или примечании. Можете отдельно написать: «*данные представлены как среднее ± стандартное отклонение, n=5*». Это покажет рецензенту, что вы статистически грамотно подошли.

Объём данных: если у вас очень большие объёмы (геномные последовательности, массивы транскриптомики), в статье приведите только **обобщения** (например, «идентифицировано 150 дифференциально экспрессированных генов, см. приложение, Таблица S1, для полного списка») – а полный массив выложите в *Supplementary Materials* или в общедоступный репозиторий (GeneBank, GEO и т.п.). Многие журналы сейчас приветствуют открытое депонирование сырых данных – это повышает доверие и цитируемость, так как другие исследователи могут воспользоваться вашими данными.

Ссылки на методики и стандарты

В сфере биотехнологии важно корректно ссылаться на **методические источники и стандарты**, которыми вы пользовались. Это не только вопрос уважения авторских прав, но и надежности вашей работы. Вот несколько советов:

- **Цитирование методик:** если вы упоминаете, что использовали «метод такой-то» или «анализ выполняли по...», обязательно сопроводите это **ссылкой** на публикацию, где метод описан, либо на стандарт/патент. Например: «*Определение активности протеазы проводили азоказиновым методом (Ward, 1988)*» или «...согласно методике ГОСТ 34100.3-2017». Без ссылки непонятно, о каком методе речь, и проверяющий может решить, что вы неправомерно выдаёте его за собственный.
- **Стандарты и нормативы:** в прикладных работах могут использоваться официальные стандарты (ISO, ГОСТ, ASTM и пр.) – будь то методы испытаний или требования к качеству. **Приводите номер стандарта и год.** Например: «...по международному стандарту ISO 21527-1:2008». В списке литературы дайте полное описание: «*ISO 21527-1:2008 Microbiology of food and animal feeding stuffs...*». Если стандарт национальный, укажите его реквизиты на языке оригинала.
- **Ссылки на оборудование/реагенты:** как правило, торговые марки не нужно включать в список литературы, но можно указать в тексте в скобках производителя. Например: «использовали набор реагентов QIAprep (Qiagen, Германия)». Такие ссылки не библиографические, а информативные, и в *References* не идут. Но если вы ссылаетесь на техническую документацию или паспорт метода, можно оформить это как источник (например, Technical Manual of XYZ Kit, Catalog No..., Company).

- **Патенты:** если ваша работа основана на запатентованной методике или вы сравниваете с ней, обязательно цитируйте патент. Патенты оформляются в списке со своим номером, страной и датой. Например: «Пат. US 8,123,456 B2 USA, 2012.»
- **Программные инструменты:** для воспроизведимости лучше указать версию используемых программ, библиотек. Если вы применяли, скажем, программу для анализа (*MATLAB, Statistica*), не обязательно цитировать мануал, но можно: «анализ данных проведён в среде R v4.0 (R Core Team, 2020) – и ссылку на сайт R или статью о R включить в литературу.
- **Биоинформатика и базы данных:** если делали, например, выравнивание последовательностей в *BLAST* – сослаться на статью *Altschul et al., 1990* (классическая работа о *BLAST*). Если отправляли последовательности в *GenBank* – укажите их номера доступа (*Accession numbers*).
- **Зачем всё это:*** такие ссылки показывают эксперту, что вы работали тщательно и опираетесь на признанные методы. Кроме того, при рецензии могут попросить подробнее описать метод – и тут наличие ссылки спасёт от излишних придирок (редактор увидит, что метод стандартный и описан по ссылке).

Подготовка рукописи к подаче: соответствие требованиям журнала

Когда все части статьи написаны, наступает не менее важный этап – **подготовка к отправке в журнал**. Даже отличное исследование могут отклонить на техническом этапе, если рукопись оформлена без соблюдения требований. Чтобы этого избежать, воспользуйтесь следующим алгоритмом:

Внимательно изучите «Правила для авторов» выбранного журнала. Найдите на сайте раздел для авторов (Instructions for Authors / Author Guidelines). Обратите внимание на:

Ограничения по объёму: максимум слов, страниц, рисунков, допустимое количество таблиц. Если ваша статья превышает лимиты – сократите заранее.

Требуемая структура: иногда журналы просят добавлять разделы, например «Conclusion», «Implications», или объединять *Results and Discussion*. Следуйте именно той структуре, которая указана. Если что-то не нужно – уберите (например, некоторые журналы не требуют выделять «Заключение»).

Оформление ссылок и списка литературы: какой стиль? Номерные или автор-год? В порядке цитирования или алфавит? Используются ли *et al.* для более 3 авторов? Эти нюансы важны. Лучше сразу форматировать правильно. Можно воспользоваться библиографическим менеджером, выбрав стиль конкретного журнала.

Формат файлов: требуются ли отдельные файлы рисунков (чаще да, в высоком разрешении), в каком формате (JPEG, TIFF, EPS), минимальное разрешение (обычно 300 dpi для фото, 600 dpi для графиков). Таблицы – оставить в тексте или загрузить отдельно? Подготовьте всё согласно требованиям.

Язык и аффилиации: если статья на русском, часто требуют **дублировать** название, аннотацию, ключевые слова на **английский** (и наоборот). Проверьте, нет ли таких

условий. Также проверьте, как указывать информацию об авторах (полностью ФИО, должности, ORCID и т.д.) – обычно это на отдельной титульной странице.

Другие разделы: некоторые журналы требуют раздел «*Author Contributions*», «*Conflict of Interest*», «*Funding*» отдельно. Не пропустите их. Например, «*Conflict of interest – The authors declare no conflict of interest.*» – стандартная строчка.

Шаблон или образец статьи: многие журналы (особенно российские) предлагают скачать **шаблон в Word**, где уже настроены стили, размеры шрифта, нумерация и т.д. Это сильно упрощает жизнь – используйте шаблон, копируя в него свой текст.

Отредактируйте язык и стиль. Перед подачей убедитесь, что текст написан ясно и грамотно. Нет лишней разговорности, сленга, эмоциональных оборотов. Для русскоязычной статьи проверьте, что соблюдаются нормы русского научного языка (например, не употребляются сокращения типа «и т.д.» слишком часто, лучше заменить их явным перечислением или словами «и другие»). Для англоязычной – желателен вычитки носителем или хотя бы специальным корректором. **Грамматические ошибки и опечатки** могут создать негативное впечатление, даже если наука отличная. Используйте проверку правописания, но полагайтесь не только на нее – читайте сами внимательно. Хорошая практика – дать текст коллеге для обратной связи.

Оформление ссылок на рисунки и таблицы: проверьте, что нумерация последовательна, что в тексте все таблицы/рисунки упомянуты. То же с литературой: номера ссылок идут по возрастанию, нет «дыр» или дубликатов.

Соблюдение единообразия: проследите, чтобы единицы измерения и обозначения по всему тексту были одинаковы (например, не прыгает «мл» и «мл.» с точкой, или «deg C» и «°C» – выберите один стиль). То же с названиями – если вы сначала пишете *E. coli*, не нужно дальше писать «кишечная палочка» вперемешку. Всё, что можно унифицировать – унифицируйте.

Вспомогательные документы: обычно вместе со статьёй нужно заполнить **сопроводительные формы** – это cover letter (сопроводительное письмо редактору), часто декларация об отсутствии конфликта интересов, перенос копирайта, анкета авторов. К cover letter отнеситесь ответственно: кратко представьте свою работу, обоснуйте, почему она подходит журналу, и возможно, предложите кандидатов рецензентов. Письмо должно быть вежливым и по делу.

Последний самоконтроль – чек-лист автора:

Все ли разделы на месте (Введение, Методы, ... Литература)?

Совпадают ли название и аннотация в обоих языках (если требуется перевод)?

Проверены ли номера таблиц/рисунков/формул?

Учтены ли **единицы измерения** во всех данных?

Проставлены ли **все необходимые ссылки**, нет ли незакрытых квадратных скобок или «Error! Bookmark not defined» (бывает при автоматической нумерации)?

Соблюдены ли **поля, шрифты, интервал** (например, часто требуют 1.5 интервал, 12pt шрифт Times New Roman, поля 2 см)?

Если требуются на англ. названия таблиц и рисунков – добавлены?

Имена авторов и аффилиации – написаны точно так, как нужно (инициалы, названия организаций на двух языках, электронные адреса)?

Проверка на заимствования: прогоните текст через антиплагиат сами, особенно если вы обильно цитировали по-русски. Добросовестное цитирование не считается плагиатом, но большие куски даже с цитатами могут портить отчет. Перефразируйте ключевые моменты своими словами. Убедитесь, что **нет нигде прямого копирования** из чужих работ без кавычек и ссылки. Рецензенты и редакторы очень чувствительны к этому вопросу.

Совет: После всех правок **отложите статью на день-два** и затем еще раз прочтите свежим взглядом или дайте коллеге. Часто после паузы всплывают мелкие недочёты, которые можно исправить до отправки. Это повышает шансы на успех.

Наконец, убедитесь, что вы выбрали **правильный журнал** по тематике и уровню. Ваша статья должна соответствовать тематике, указанной в паспорте журнала, и быть интересна его читательской аудитории. Проверьте **импакт-фактор** или индекс РИНЦ издания, требования ВАК (если актуально) и др. Не стесняйтесь ссылаться на статьи из того же журнала – это показывает, что вы знакомы с их публикациями.

Заключение

Подготовка научной статьи в формате IMRAD – непростая задача, особенно для начинающего автора. Однако, следуя структурным требованиям и советам, изложенным в этом руководстве, вы существенно повысите качество своей рукописи. **Чёткая структура**, логичное изложение, внимание к деталям оформления и следование инструкциям журнала – вот составляющие успеха научной публикации. В области прикладной биотехнологии, где исследования часто нацелены на решение конкретных проблем, важно убедительно показать новизну и практическую значимость своих результатов. Грамотно написанная статья не только пройдёт экспертную оценку, но и привлечёт интерес коллег, получит цитирования и послужит дальнейшему развитию вашей научной карьеры.

Помните о принципах **научной этики**: соблюдайте нормы авторства (в соавторах – только внесшие существенный вклад), тщательно цитируйте источники и не допускайте фальсификации или приукрашивания данных. Каждая опубликованная вами статья – это вклад в копилку мирового знания, поэтому подходите к её написанию ответственно и творчески.

Желаем успехов в подготовке вашей статьи! Пусть она будет принята к публикации и станет заметным шагом в развитии прикладной биотехнологии.

Полезные ресурсы для продолжения работы:
- (Книги) Gastel B., Day R. *How to Write and Publish a Scientific Paper.* – 8th ed. – Cambridge University Press, 2016.

- (*Методические рекомендации*) Кожухова Н.И. *Методические указания по подготовке и написанию научных статей по структуре IMRAD.* – Тамбов, 2024.
- (*Онлайн курс*) Academic Writing for Scientists – раздел «IMRaD Structure».
- (*Пример шаблона статьи*) Elsevier Journal Template (на сайте Elsevier).
- (*Блог молодого ученого*) Кочетков А. «*Структура научной статьи IMRAD: советы и ошибки*» – доступно на сайте NaukaPlus.

Используйте данный чек-лист и рекомендации как настольное пособие при написании своих работ. Удачи!