



National Engineering and Science Olympiad 2026
Case-study финального этапа

Содержание

Кейс 1. Роковое лекарство	2
Диапазоны оценки	4
Вопрос 1. Выбор типа рака, мутации и белка-мишени, обзор литературы и аннотация	4
Вопрос 2. Предложение лекарственного соединения и доказательство сродства <i>in silico</i>	4
Вопрос 3. Механизм действия, эффективность, влияние на лечение и побочные эффекты	5
Вопрос 4. Схема производства или синтеза соединения и оценка затрат	5
Вопрос 5. План клинических испытаний и логика выбранного дизайна исследования	6
Кейс 2. Интеллектуальная настройка PID-регулятора для стабилизации и управления квадрокоптером	7
Вопрос 1. Физика квадрокоптера: модель движения и допущения	9
Вопрос 2. Базовый PID-регулятор стабилизации высоты и угла	9
Вопрос 3. Автоматическая настройка коэффициентов	10
Вопрос 4. Проверка в трёх сценариях	10
Вопрос 5. Анализ результатов и журнал экспериментов	11
Правила оформления статей	11

Кейс. Роковое лекарство

На сегодняшний день лечение некоторых видов рака остаётся проблематичным по различным причинам. Традиционная химиотерапия и лучевая терапия могут оказаться слишком тяжёлыми для уже ослабленного организма пациента. Персонализированная иммунотерапия (например, с использованием моноклональных антител) может быть слишком дорогостоящей или недостаточно эффективной. Поэтому учёные продолжают исследовать новые лекарственные препараты, которые могли бы избирательно воздействовать только на раковые клетки и повышать выживаемость пациентов.

Хотя разработка новых потенциальных препаратов для лечения различных видов рака может показаться простой задачей, на практике существует множество препятствий. Одним из них являются мутации в так называемых «недоступных для лекарственного воздействия» (undruggable) белках-мишенях, которые приводят к развитию рака.

К примеру, различные мутации в гене KRAS вызывают рак лёгких и поджелудочной железы. Белок KRAS считается одной из наиболее сложных для лекарственного воздействия мишеней, поскольку он имеет очень плотную структуру и практически не содержит полостей, в которые могли бы связываться лекарственные молекулы. Хотя был разработан препарат Лумакрас (соторасиб), нацеленный на мутацию KRAS G12C, это стало возможным благодаря замене неполярного глицина на более реакционноспособный цистеин, который может быть атакован лекарственным соединением. Однако данная мутация встречается лишь примерно в 40–45% случаев рака лёгких и в 1–2% случаев рака поджелудочной железы. Остальные мутации типа G12X по-прежнему оставались без эффективного таргетного лечения.

Одним из наиболее перспективных и современных препаратов, продемонстрировавших высокую эффективность в клинических исследованиях III фазы, является принимаемый перорально препарат RMC-6236 (дараксонразиб), разработанный компанией Revolution Medicines. Он воздействует на широкий спектр мутаций KRAS весьма элегантным способом.

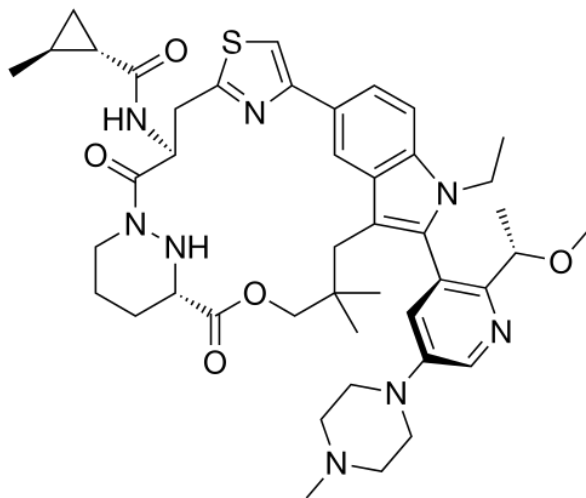


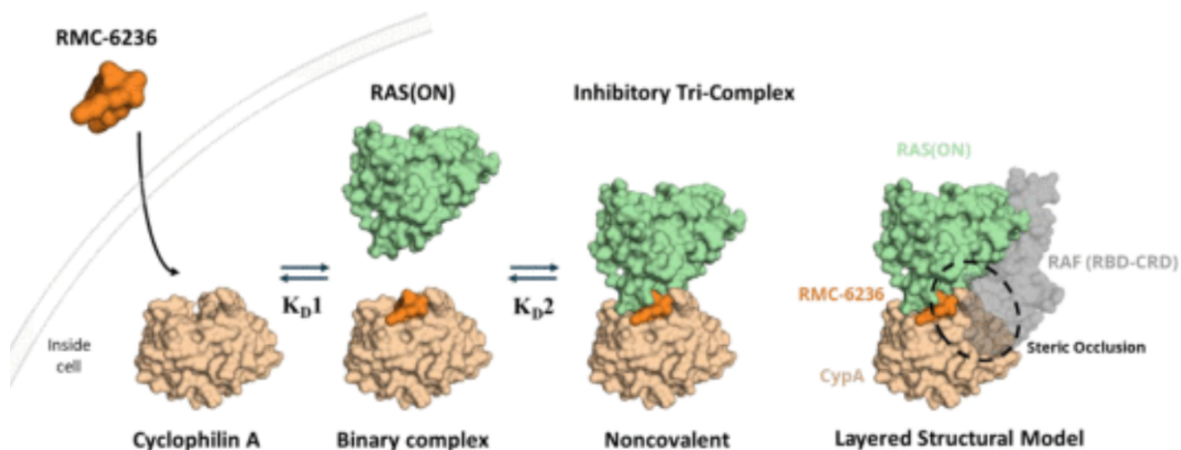
Рисунок 1: Химическая структура дараксонразиба

Препарат связывается с циклофилином А в том участке, где последний обычно взаимодействует с KRAS. В результате присутствия дараксонразиба дальнейшая передача сигнала по сигнальному каскаду блокируется, поскольку последующее связывание белков становится стерически затруднённым. Несмотря на то что исследования и клинические испытания всё ещё продолжаются, ранние результаты выглядят весьма многообещающими.

Также RMC-6236 воздействует на онкогенные белки RAS, связываясь преимущественно с их активной формой. Он разработан для подавления функции множества изоформ RAS, включая как мутантные формы, так и формы дикого типа, которые совместно стимулируют рост опухоли. Нацеливаясь на активное состояние, препарат останавливает аномальную активацию нижележащих молекул сигнального каскада. Кроме того, вызывая конформационные изменения в RAS за счёт формирования тройного комплекса (tri-complex), он лишает RAS возможности правильно взаимодействовать со своими естественными эффекторными белками (такими как RAF-киназы),

тем самым блокируя ключевые сигналы, стимулирующие рост опухоли.

Этот механизм отличается от действия ингибиторов класса «KRAS G12C (OFF)», которые удерживают RAS в его неактивной конформации. Это возможно за счёт того, что G12C легко переходит в неактивное состояние, однако другие мутации менее склонны к выключению. Именно поэтому требуется препарат, подобный RMC-6236, который работает за счёт нацеливания на RAS в его активном состоянии (ON). Это позволяет ему подавлять сигнальные пути при гораздо более широком спектре мутаций.



Ссылка: <https://doi.org/10.1021/acs.jmedchem.4c02314>

Ваша задача как будущих учёных и людей, способных изменить мир, — предложить новый противораковый препарат.

1. Выбор мишени и обзор литературы

1. Выберите и обоснуйте тип рака, мутацию, от которой пока нет клинически доказанных препаратов, и возможный белок-мишень, которые вы хотите рассмотреть. Проведите обзор научной литературы и напишите аннотацию по выбранной теме, цитируя надёжные научные источники.

2. Лекарственное соединение и вычислительное моделирование

1. Предложите возможное лекарственное соединение (не химиотерапевтическое), способное избирательно связываться с белком-мишенью в определённых полостях или участках связывания. С помощью вычислительных методов (*in silico*) докажите его сродство к белку-мишени.

3. Механизм действия и эффективность

1. Теоретически опишите механизм действия и предполагаемую эффективность препарата. Рассмотрите его потенциальное влияние на лечение рака и возможные побочные эффекты.

4. Синтез и оценка стоимости производства

1. Теоретически разработайте схему производства или химического синтеза данного соединения. Оцените предполагаемые затраты на его производство.

5. План клинических испытаний

1. Разработайте и обоснуйте план проведения клинических испытаний данного препарата. Объясните логику выбранного дизайна исследования.

Каждый из пяти вопросов оценивается отдельно, максимум 20 баллов за вопрос, итоговый максимум по работе составляет 100 баллов. Во время предварительной оценки члены жюри выбирают диапазон, который точнее всего описывает уровень выполнения, а уже во время «питча» ставят конкретный балл внутри заранее выставленного диапазона. Итоговый балл считается как сумма баллов по пяти вопросам, с максимум 100 баллов. Места распределяются по балловому рейтингу среди всех участников.

Диапазоны оценки

Вопрос 1. Выбор типа рака, мутации и белка-мишени, обзор литературы и аннотация (20 баллов)

Баллы	Критерии оценивания
0–4	Тип рака, мутация или белок-мишень не определены либо выбраны без всякого обоснования, обзор литературы отсутствует, аннотация не написана или не относится к теме.
5–8	Тип рака и белок-мишень названы, но обоснование выбора крайне слабое, источники практически не используются, аннотация поверхностная и не отражает суть работы.
9–12	Обоснование выбора мутации и белка-мишени присутствует, однако аргументация недостаточно глубокая, цитируется ограниченное число надежных источников, аннотация написана с пробелами в логике.
13–16	Тип рака, мутация и белок-мишень обоснованы достаточно убедительно с опорой на актуальную литературу, аннотация структурирована и в целом раскрывает выбранную тему, однако отдельные утверждения требуют более точных ссылок.
17–20	Выбор мутации и белка-мишени глубоко обоснован новизной и отсутствием клинически доказанных препаратов, проведен полноценный обзор надежных научных источников с корректным цитированием, аннотация четко и убедительно раскрывает тему исследования.

Вопрос 2. Предложение лекарственного соединения и доказательство сродства *in silico* (20 баллов)

Баллы	Критерии оценивания
0–4	Соединение не предложено либо относится к химиотерапевтическим препаратам, вычислительные методы не применялись, сродство к белку-мишени никак не подтверждается.
5–8	Соединение названо, но выбор сайта связывания не объяснен, методы <i>in silico</i> упомянуты лишь формально без приведения результатов.
9–12	Предложено правдоподобное соединение с указанием предполагаемого участка связывания, проведены отдельные вычислительные расчеты, но интерпретация результатов сродства неполная или противоречивая.
13–16	Соединение обосновано с учетом структуры конкретной полости связывания, применены адекватные методы докинга или моделирования, сродство подтверждается, хотя глубина анализа результатов могла бы быть выше.
17–20	Выбрано избирательное небольшое молекулярное соединение с четким указанием сайта связывания, корректно использованы вычислительные методы (докинг, оценка энергии связывания и подобные), сродство к белку-мишени убедительно доказано и грамотно интерпретировано.

Вопрос 3. Механизм действия, эффективность, влияние на лечение и побочные эффекты (20 баллов)

Баллы	Критерии оценивания
0–4	Механизм действия не описан или описан неверно, эффективность и побочные эффекты не рассматриваются.
5–8	Механизм действия упомянут крайне обобщенно без связи с конкретным белком-мишенью, побочные эффекты названы без объяснения причин.
9–12	Механизм действия описан в целом верно, однако предполагаемая эффективность обоснована слабо, рассмотрены лишь некоторые возможные побочные эффекты.
13–16	Механизм действия логично связан с особенностями белка-мишени, дана оценка потенциальной эффективности и приведены значимые побочные эффекты, хотя отдельные выводы нуждаются в уточнении.
17–20	Механизм действия раскрыт подробно и последовательно, теоретическая эффективность убедительно аргументирована на основе данных с настоящих исследований по молекулярной биологии таргет белка, проводилось всесторонний анализ и теоретизирование как терапевтический потенциал, так и вероятные побочные эффекты препарата на основе научных данных.

Вопрос 4. Схема производства или синтеза соединения и оценка затрат (20 баллов)

Баллы	Критерии оценивания
0–4	Схема синтеза не предложена либо предложена без учета структуры соединения, оценка затрат отсутствует.
5–8	Приведена общая идея синтеза без конкретных стадий или реагентов, расчет затрат носит произвольный характер.
9–12	Описаны основные этапы химического синтеза или производства, дана приблизительная оценка затрат, но отдельные шаги обоснованы недостаточно.
13–16	Схема синтеза представлена последовательно и реалистично, учтены ключевые реагенты и условия реакций, оценка реальных затрат на производство в целом правдоподобна.
17–20	Разработана детальная и обоснованная схема химического синтеза или производства соединения, грамотно учтены технологические и ресурсные аспекты, дана реалистичная и аргументированная оценка предполагаемых затрат на основе реальных рыночных стоимостей реагентов и средств для продукции.

Вопрос 5. План клинических испытаний и логика выбранного дизайна исследования (20 баллов)

Баллы	Критерии оценивания
0–4	План клинических испытаний не разработан и (или) предложен без учета общепринятых фаз клинических исследований.
5–8	Упомянуты отдельные фазы испытаний, но дизайн исследования не описан, логика выбора подхода не объясняется.
9–12	Представлен общий план клинических испытаний с указанием основных фаз, однако обоснование дизайна исследования (выборка, контрольная группа, конечные точки) недостаточно детальное.
13–16	План клинических испытаний разработан по фазам с указанием цели каждой фазы, дизайн исследования обоснован достаточно убедительно, хотя отдельные методологические детали можно усилить.
17–20	Предложен последовательный и реалистичный план клинических испытаний по всем фазам, дизайн исследования (выбор контрольной группы, рандомизация, конечные точки и подобное) обоснован четкой и грамотной научной логикой.

Кейс 2. Интеллектуальная настройка PID-регулятора для стабилизации и управления квадрокоптером

Беспилотные летательные аппараты всё активнее применяются в Казахстане: мониторинг посевов и пастбищ, обследование линий электропередачи и трубопроводов, доставка грузов в труднодоступные районы, поисково-спасательные операции в горах и степи. Во всех этих сценариях аппарат должен устойчиво держаться в воздухе, несмотря на порывы степного ветра и изменение массы (разряд батареи, сброшенный или взятый груз).

Сердце системы управления полётом — регулятор, который вырабатывает команды на двигатели. Чаще всего применяется классический PID-регулятор; его поведение задаётся тремя коэффициентами — K_p , K_i и K_d . Неудачно подобранные коэффициенты приводят к большому перерегулированию, колебаниям или медленной стабилизации, а ручной подбор редко остаётся удачным при смене условий полёта.

Вам, как команде молодых инженеров, предстоит реализовать PID-регулятор в симуляции, заменить ручную настройку автоматической и численно показать, в каких условиях автоматическая настройка превосходит единожды зафиксированные коэффициенты.

Цель работы. Реализовать базовый PID-регулятор для квадрокоптера в симуляции, разработать метод автоматического подбора его коэффициентов и сравнить два подхода в заданных условиях полёта.

Физически собирать квадрокоптер не требуется — вся работа выполняется в симуляционной среде (Python, MATLAB / Simulink или другая). Для облегчения работы предоставляется стартовый код симуляции, который можно использовать как основу:

Ссылка на стартовый код — <https://drive.google.com/drive/folders/16oumTAaPgyEhrx5H-mQq-ZoaK19V-vjn>

Этапы выполнения

1. **Физика квадрокоптера.** Кратко (до одной страницы) объясните своими словами и с рисунком, как тяга и моменты винтов влияют на высоту и углы наклона аппарата. Приведите основные уравнения движения и укажите принятые допущения.

Сдать: текст с рисунками и уравнениями.

2. **Базовый PID-регулятор.** Добейтесь устойчивой стабилизации высоты и одного угла наклона — крена или тангажа. Эталонная задача одинакова для всех: подъём на высоту 2 метра из состояния покоя за 10 секунд симуляции. Зафиксируйте коэффициенты K_p , K_i , K_d и поясните на своём графике, за что отвечает каждый из них.

Сдать: значения коэффициентов и график «высота — время».

3. **Автоматическая настройка.** Замените ручной подбор простым автоматическим поиском коэффициентов (перебор по сетке или несложный оптимизатор), который минимизирует целевую функцию

$$J = \text{перерегулирование (\%)} + \text{время установления (с)}.$$

Объясните, что именно и почему вы минимизируете.

Сдать: код поиска, найденные коэффициенты и значение J до и после настройки.

4. **Проверка в трёх заданных сценариях.** Сравните автоматически настроенный регулятор с фиксированными коэффициентами из пункта 2 в трёх одинаковых для всех условиях:

- (а) подъём на 2 м без возмущений;
- (б) подъём на 2 м с порывом ветра вниз 4 Н с 4-й по 5-ю секунду;
- (в) подъём на 2 м при увеличенной массе 1,5 кг.

Условия проверки должны отличаться от тех, на которых велась настройка.

Сдать: для каждого сценария — график и строка метрик.

5. **Анализ и журнал экспериментов.** Сведите результаты в одну итоговую таблицу: строки — три сценария, столбцы — перерегулирование, время установления, установившаяся ошибка и IAE, для обоих регуляторов. Приложите краткий журнал экспериментов (что пробовали, что меняли) и на основе своих чисел объясните, где автонастройка выигрывает и почему — через физику системы и теорию управления.

Сдать: итоговая таблица, графики, журнал и текст с объяснением.

Каждый из пяти вопросов оценивается отдельно, максимум 20 баллов за вопрос, итоговый максимум по работе составляет 100 баллов. Во время предварительной оценки члены жюри выбирают диапазон, который точнее всего описывает уровень выполнения, а уже во время «питча» ставят конкретный балл внутри заранее выставленного диапазона. Итоговый балл считается как сумма баллов по пяти вопросам, с максимум 100 баллов. Места распределяются по балловому рейтингу среди всех участников.

Диапазоны оценки

Вопрос 1. Физика квадрокоптера: модель движения и допущения (20 баллов)

Баллы	Критерии оценивания
0–4	Уравнения движения отсутствуют или принципиально неверны, каналы управления (высота, крен, тангаж, рыскание) не разделены, допущения не сформулированы, нет схемы/рисунка аппарата.
5–8	Дано лишь общее словесное описание полёта, уравнения отсутствуют или содержат грубые ошибки, связь тяги винтов с движением не раскрыта, допущения не указаны.
9–12	Приведены основные уравнения движения, но с пробелами (например, не раскрыты рыскание или связь наклона с перемещением по x/y), допущения упомянуты лишь частично, рисунок схематичен.
13–16	Уравнения движения корректны, каналы управления разделены, есть рисунок и перечень допущений, однако отдельные пункты (например, реактивные моменты для рыскания) раскрыты поверхностно.
17–20	Полный и корректный вывод уравнений, чётко разделены все четыре канала управления, обоснована связь тяги винтов с высотой, креном, тангажом и рысканием, явно перечислены и обоснованы допущения, приведён аккуратный рисунок.

Вопрос 2. Базовый PID-регулятор стабилизации высоты и угла (20 баллов)

Баллы	Критерии оценивания
0–4	Регулятор не реализован или система расходится; коэффициенты K_p , K_i , K_d не приведены.
5–8	Регулятор есть, но высота не выходит на 2 м либо присутствуют сильные незатухающие колебания; роль коэффициентов не объяснена; график отсутствует.
9–12	Высота стабилизируется на 2 м, но с большим перерегулированием ($> 30\%$) или долгим установлением ($\approx 8-10$ с); коэффициенты приведены, но пояснение их роли слабое, график без подписей.
13–16	Устойчивая стабилизация (перерегулирование $< 30\%$, установление < 8 с, ошибка < 0.05 м), коэффициенты в разумном диапазоне, график «высота–время» подписан, роль $K_p/K_i/K_d$ объяснена в целом верно.
17–20	Отличное качество (перерегулирование $< 15\%$, установление < 6 с, практически нулевая установившаяся ошибка), стабилизирован и угол наклона, роль каждого коэффициента проиллюстрирована отдельными графиками/экспериментами, выводы подкреплены числами.

Вопрос 3. Автоматическая настройка коэффициентов (20 баллов)

Баллы	Критерии оценивания
0–4	Автоматическая настройка не реализована — остался ручной подбор коэффициентов.
5–8	Приведена лишь идея или заготовка поиска без рабочего кода, либо результат не улучшается; значения целевой функции J не приведены.
9–12	Поиск работает, но улучшение слабое, либо нет значений J до/после, либо метод сомнителен (например, ручной подгон под видом перебора).
13–16	Рабочий поиск (перебор по сетке или оптимизатор), J заметно уменьшено, приведены значения J до и после, но выбор целевой функции и диапазонов поиска объяснён поверхностно.
17–20	Корректный автоматический поиск, J уменьшено в разы, приведены значения до/после и найденные коэффициенты, осмысленно объяснён состав J (компромисс перерегулирование/время установления) и выбор границ и шага сетки.

Вопрос 4. Проверка в трёх сценариях (20 баллов)

Баллы	Критерии оценивания
0–4	Сценарии не прогнаны или результаты некорректны.
5–8	Реализован лишь один сценарий, либо отсутствует сравнение фиксированных и автонастроенных коэффициентов.
9–12	Реализованы 2 из 3 сценариев или сравнение неполное (только один набор коэффициентов), часть графиков/метрик отсутствует.
13–16	Все три сценария (подъём 2 м, порыв ветра —4 Н на 4–5 с, масса 1,5 кг) прогнаны, но не для обоих наборов коэффициентов или часть метрик/графиков неполна.
17–20	Все три сценария прогнаны для фиксированных и автонастроенных коэффициентов, приведены графики и метрики, видна разница (у автонастроенного: перерегулирование < 5%, быстрее восстановление, меньший IAE), явно подтверждено, что условия проверки отличаются от условий настройки.

Вопрос 5. Анализ результатов и журнал экспериментов (20 баллов)

Баллы	Критерии оценивания
0–4	Нет итоговой таблицы и журнала экспериментов, анализ отсутствует.
5–8	Приведены отдельные числа без сведения в таблицу, выводы декларативны и не связаны с данными.
9–12	Итоговая таблица неполная или анализ поверхностный, выводы слабо связаны с числами, журнал экспериментов формальный.
13–16	Полная итоговая таблица (три сценария × метрики для обоих регуляторов) и журнал экспериментов, объяснение того, где автонастройка выигрывает, в целом верное, но без разбора ограничений.
17–20	Полная таблица и содержательный журнал, выигрыш автонастройки объяснён через физику и теорию управления, коэффициент демпфирования $\zeta = K_d / (2\sqrt{K_p \cdot m})$, разобраны и преимущества, и ограничения (шум датчиков, насыщение приводов, риск настройки только под номинальный сценарий).

Правила оформления статей

Формат файла: *.doc, *.docx или *.pdf. Объем работы – до 35 страниц (включая приложения, список литературы и тому подобное). Шрифт – Times New Roman, кегль – 12. Межстрочный интервал – 1,5. Поля – 2 см со всех сторон. Все таблицы, графики, рисунки и иные иллюстративные материалы должны иметь наименование и при необходимости источник. Цитирование и оформление списка использованных источников осуществляются в соответствии со стилем APA 7th edition. Нумерация страниц является обязательной. Структура Кейса должна состоять из: титульного листа, содержащего наименование Олимпиады, Кейса, название Команды, этап Олимпиады, в рамках которого представлен Кейс (отборочный или финальный); Оглавления, содержащего структуру Кейса с указанием наименований разделов и номеров страниц; Введения, включающего описание поставленной проблемы, актуальности и цели работы; Основной части, содержащей анализ проблемы, используемые подходы, расчеты, аргументацию и предлагаемые решения; Заключение, включающего основные выводы и итоговые предложения Команды; Списка всех использованных источников; Приложений, при их наличии. Решение Кейса должно быть изложено в логичной, последовательной и аргументированной форме, позволяющей Жюри оценить качество анализа проблемы и обоснованность предложенных решений.

В текст документа включается следующая информация:

- 1. Титульная страница.** Название статьи; Фамилия, имя, отчество (полностью), основное место обучения всех авторов.
- 2. Аннотация.** 1 абзац (150–300 слов) под заголовком «Аннотация» с кратким изложением концепции статьи. В аннотации должны быть указаны предмет и цель работы, методология, основные результаты исследования, выводы. Аннотация не должна содержать ссылок на другие работы; Аннотация завершается 4–5 ключевыми словами.
- 3. Текст статьи.** Структура статьи: Аннотация, Вступление, Результаты, Обсуждения, Заключение, Список литературы. Приветствуется разделение текста на тематические подразделы, снабженные соответствующими подзаголовками. Все сокращения, за исключением общеупотребительных, должны быть при первом употреблении расшифрованы.
- 4. Иллюстративный материал.** Иллюстративный материал (черно-белые и цветные фотографии, рисунки, диаграммы, схемы, графики, скриншоты) размещают в тексте статьи в месте упоминания (jpg). Шрифт в указанных графических объектах – не менее 11 кегля. Текст статьи должен содержать ссылки на все рисунки, диаграммы или таблицы. Подписи к рисункам должны быть отделены от рисунков, располагаться под рисунками, содержать порядковый номер рисунка (например, Таблица 1, Рисунок 1 и т.д.).

5. **Библиография.** Список литературы указывается в конце статьи. Названия литературы и источников оформляются в соответствии APA 7th. Не менее 25 ссылок, из которых не менее 60% опубликованы за последние 5 лет.

- При выполнении Кейса **допускается** использование ресурсов сети Интернет, научных и учебных материалов, а также иных открытых источников информации. Уровень уникальности текстов решений должен составлять не менее 70% при проверке на сайте turnitin.com.
- При выполнении Кейса **не допускается**: плагиат, использование искусственного интеллекта в любых целях, присвоение результатов интеллектуальной деятельности третьих лиц, представление полностью или частично заимствованного текста без надлежащего цитирования, фальсификация данных, расчетов, выводов, источников или иных материалов, используемых при выполнении Кейса.
- Показатель искусственного интеллекта не должен превышать 20% при проверке на сайтах zerogpt.com, grammarly.com, учитывая возможные погрешности и случаи некорректного завышения результатов, в том числе при отсутствии использования искусственного интеллекта.
- Фиксируется факт нарушения только в случае, если оба детектора идентифицировали использование искусственного интеллекта выше 20%. При проверке с использованием сервисов учитывается, что данные системы могут допускать погрешности. В случае выявления нарушения требований настоящей главы Оргкомитет принимает решение по **дисквалификации** Команды.